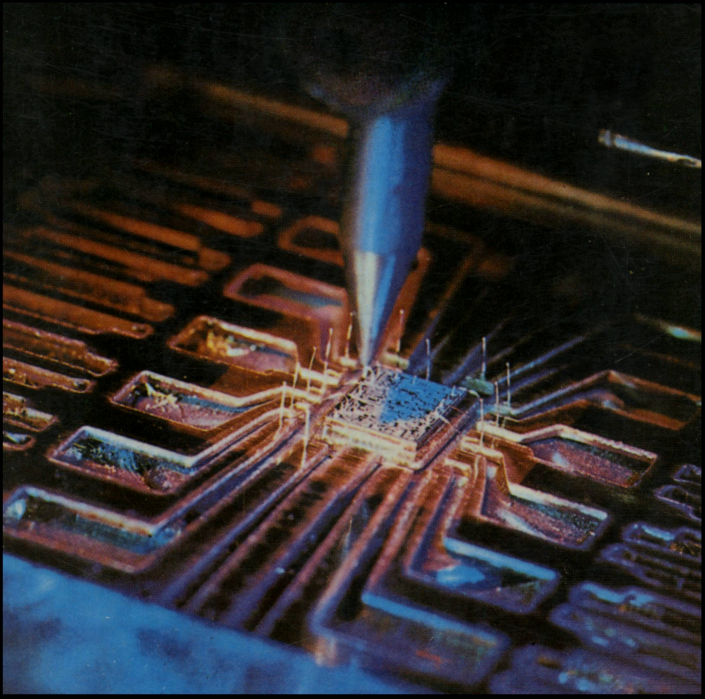
le guide

A. VALLARDI

uomini e computer domani

LA RIVOLUZIONE ELETTRONICA A SCUOLA, IN CASA, IN UFFICIO, IN FABBRICA

Dieter Balkhausen



le
guide

Dieter Balkhausen

Uomini e computer domani

La rivoluzione elettronica a scuola, in casa, in ufficio, in fabbrica

A. Vallardi

I edizione: settembre 1982

Traduzione dal tedesco di
Adriana Sartor
e Oscar Prelz (capp. 6 e 8)

Fotografie gentilmente fornite
dalla PHILIPS-ELCOMA, Milano

Titolo originale dell'opera:
«Die Dritte Industrielle Revolution»
Copyright © 1978 by Econ Verlag, Düsseldorf und Wien

© Garzanti Editore s.p.a., 1982
Printed in Italy

Capitolo primo

Una rivoluzione elettronica

È incredibile ma vero: un unico nuovo settore tecnologico cambierà radicalmente la nostra vita!

I protagonisti di questa rivoluzione si chiamano MICROPROCESSORI, indicati anche come «circuiti elettronici a elevata integrazione». La microelettronica nata sul finire degli anni '70 è stata salutata come la scoperta industriale del secolo. Qualsiasi branca dell'attività umana sarà coinvolta e sconvolta dalla nuova tecnologia.

Una delle caratteristiche più suggestive dei microprocessori è quella di funzionare assai più rapidamente del cervello dell'uomo, così da lavorare a ritmi molto più rapidi di quelli umani. La notevole potenzialità dei microprocessori sta nel fatto che consentono di ottenere macchine automatiche, macchinari in genere, computer e sistemi informativi miniaturizzati, dotati di una maggiore versatilità, con maggiori possibilità di integrazione garantendo contemporaneamente una più elevata affidabilità. Altri vantaggi rilevanti sono il loro basso costo e un consumo energetico ridotto.

Continua trasformazione

I micro possono essere paragonati all'invenzione della stampa, che ha reso possibile la diffusione della cultura a tutti i livelli sociali. Questa rivoluzione tecnologica, rompendo con gli schemi fissi,

in un'epoca come la nostra di continua trasformazione e oppressa dall'imperativo «mai prima d'ora, mai così bene, mai così in fretta, mai così potente», consente davvero di ottenere il massimo a poco prezzo. E tutto rimanendo nell'estremamente piccolo. Decine di migliaia di elementi di commutazione e di funzioni integrate infatti sono riuniti in una piastrina di silicio di pochi millimetri quadrati. Di questi elementi, fra non molto, ve ne saranno centinaia di migliaia e verso la metà degli anni '80 circa un milione di funzioni potrà essere concentrato su tali piastrine chiamate chip. È già da qualche anno che l'industria ha in mano il processo produttivo dei chip; un processo estremamente complicato, tanto da poter essere eseguito solo mediante computer. I chip, le cui strutture complesse possono essere visibili solo se osservate con un potente microscopio, formano il «cervello» dei microprocessori. Essi presuppongono quindi un lavoro di raffinata tecnologia per poter arrivare al risultato finale della dimensione di pochi centimetri. I chip una volta messi insieme formano il nucleo centrale, «il cervello», del controllo operativo dei microcomputer.

Una memoria straordinaria

È quasi impossibile, osservando dall'esterno, comprendere cosa nascondano al loro interno questi elementi elettronici. Quanto più si insiste nel tentare di immaginare le decine e centinaia di migliaia di elementi di commutazione e di funzione su un paio di millimetri quadrati tanto più si arriva a dubitare della propria immaginazione. Il confronto con la capacità di memoria del cervello umano è quanto mai poco opportuno. Il nostro cervello, infatti, è in grado di contenere almeno un miliardo di informazioni, anche se sopite nel subconscio. Le unità miniaturizzate per milioni di informazioni e di funzioni, che verso il 1985 verranno integrate elettronicamente in dimensioni millimetriche, consentiranno non soltanto di raggiungere 1000 chip compatti, non solo di guadagnare le capacità di memoria del cervello umano, ma anche di contenere il tutto in un volume pressappoco uguale.

Basterebbe questo confronto a sbigottirci. Se poi si pensa che da

solo il microcomputer può elaborare un miliardo di informazioni in un miliardesimo di secondo, mentre invece un uomo, in un secondo, nella migliore delle ipotesi, può pensare contemporaneamente «solo» 100 informazioni, le nostre perplessità si moltiplicano. Questa constatazione rafforza la validità dell'appellativo di «cellule cerebrali al silicio», che qualcuno ha voluto dare al chip.

I cervelli al silicio

Proprio perché si capisce facilmente quale sia la forza inarrestabile che scaturisce dai «cervelli al silicio», attraverso la loro capacità di eseguire operazioni di calcolo, decisionali e funzioni logiche, ci si rende conto che tale tecnologia ha già innescato una rivoluzione tecnico-economica. Perché una rivoluzione?

I microprocessori metteranno a soqquadro le strutture tradizionali dell'industria, del commercio al minuto e dell'attività nel settore dei servizi; alcune aziende falliranno; professioni secolari scompariranno e posti di lavoro verranno annullati. Il fenomeno però non presenta aspetti distruttivi. Si creeranno infatti nuove industrie e nuovi metodi di lavoro, alcuni lavori verranno aggiornati secondo le nuove esigenze, mentre altri prima inesistenti verranno a formarsi. Professioni che oggi sono circoscritte in ambienti ristretti avranno ulteriori sviluppi futuri. La qualità della formazione e dell'istruzione si eleverà, molti lavori monotoni si estingueranno.

Nella realtà, quindi, i micro hanno già dato avvio alla creazione di milioni di posti di lavoro. Ciò presenta vantaggi e svantaggi e fra poco lo scopriremo.

L'intelligenza artificiale

La prima rivoluzione industriale prese avvio quando l'uomo inventò la macchina per farsi sostituire nei lavori più pesanti. Successivamente, si parlò della seconda rivoluzione industriale quando l'uomo installò decine di migliaia di macchine diverse che portarono all'industrializzazione di alcuni paesi, utilizzando innumerevoli

tecniche di automazione. La terza rivoluzione moltiplica le prestazioni intellettuali dell'uomo almeno quanto la prima. Protagonista assoluta è l'intelligenza «artificiale» dei computer che con le proprie cellule «cerebrali» al silicio, anche se prive di capacità di apprendimento e di fantasia, costringono tuttavia l'uomo in alcuni casi ad accettare quanto stabilito da principi fondamentali.

I chip non sottraggono solo attività agli operai e agli impiegati, ma si occupano anche di importanti funzioni logiche; grazie alla loro «intelligenza» sono superiori all'uomo perché sono più rapidi e «diligenti», non conoscono la fatica e necessitano solo di poca energia. Sono inoltre in grado di «editare» informazioni che mettono le ali alla fantasia e alla capacità di apprendimento della nostra intelligenza «organica». La geniale invenzione della microelettronica che sfrutta i chip non ha prodotto solo una rivoluzione nei processi tecnologici, ma con l'andar del tempo provocherà anche un incremento nelle capacità intellettuali dell'uomo.

Il basso costo di tali sistemi favorirà la produzione in una serie interminabile, a prezzi vantaggiosi, di prodotti assolutamente nuovi: beni di consumo, macchine «intelligenti», tecnologie di controllo e sistemi di documentazione e di informazione.

Cambiamenti sociali

Come saranno affrontati i cambiamenti sociali derivati dalla microelettronica?

Già in questi anni abbiamo avuto i primi esempi delle tensioni scaturite dall'inserimento delle nuove tecnologie. Nel mondo della stampa, uno dei primi a essere coinvolti, migliaia di compositori, linotipisti, impaginatori hanno dovuto negli ultimi dieci anni cambiare la loro professione, pur ricca di tradizione.

D'altro canto, le rivoluzioni tecnologiche non possono avvenire in modo del tutto indolore. Il livello di civiltà e il tenore di vita dei nostri giorni li dobbiamo alla prima e alla seconda rivoluzione. Le macchine e i processi produttivi automatizzati hanno elevato ed elevano in modo significativo il tenore di vita, sconfiggendo la miseria, la fame, l'ignoranza e le epidemie. Quello che gli utopisti ai

tempi della rivoluzione industriale potevano solo sognare è divenuto realtà con la civiltà industriale. Lavorare non è più un'immane fatica fisica per la maggioranza della gente; le giornate lavorative sono di otto ore; è previsto un adeguato periodo di vacanza e si è raggiunto un buon tenore di vita, anche se ripartito in modo diseguale. Sin dagli inizi dell'industrializzazione è risuonata frequentemente la domanda fatale: la tecnica produce più «malefici» oppure più «benefici»? In ogni epoca — potremmo rispondere — sono scomparsi dei mestieri, mentre altri nuovi ne sono stati creati.

Vantaggi assicurati

Chi ritiene il microprocessore un prezioso «cervello intelligente» da sfruttare non si arresta di fronte ad alcun problema, consapevole dei vantaggi che ne possono derivare nel più lungo termine all'economia e ai cittadini.

La microelettronica genera, infatti, nuovi prodotti, nuovi mercati, nuove ricerche e quindi assicura e crea inevitabilmente nuovi posti di lavoro.

L'importanza politica ed economica di un paese industrializzato già oggi viene determinata soprattutto dalla capacità di produrre miracoli elettronici. Il calcolatore tascabile, inaccessibile fino alla fine degli anni '60 per l'elevato costo, è il classico esempio di mercato saturato nel quale vi possono essere degli sbocchi solo con l'aiuto della microelettronica. Gli orologi elettronici sono un prototipo delle possibilità che un mercato in rapida saturazione può eventualmente offrire in termini di vantaggi e di maggiori prestazioni.

La terza rivoluzione industriale provocherà effetti notevoli nel commercio al minuto, nell'attività creditizia, negli uffici e nel traffico. Le abitudini di lavoro e il modo di vita cambieranno radicalmente. La formazione e l'educazione riceveranno un nuovo impulso. Sarà infine anche sfruttato meglio il flusso delle informazioni memorizzate dal nostro cervello.

Ma come potranno le macchine «intelligenti» sostituire nella professione migliaia di individui? Potrebbero prometterci tempi d'oro, un maggior benessere, più tempo libero, migliore cultura,

eppure in qualche caso ci fanno paura! Contro questa paura ci può aiutare solo la strategia della rivoluzione microelettronica socialmente «controllata».

Capitolo secondo

Un incalzare di scoperte

Non esiste nulla di più sensazionale del tempo in cui viviamo. Quando il 21 luglio 1969 il primo uomo atterrò sulla Luna, centinaia di milioni di abitanti della Terra seguirono, durante una trasmissione televisiva in diretta via satellite, i passi incerti e barcollanti di Neil Armstrong. Quei passi rappresentano ancora oggi una pietra miliare del progresso tecnologico. Ora sentiamo parlare di prospettive ancora più esaltanti: stazioni in orbita intorno al pianeta, fabbriche nello spazio, navette che come semplici autobus faranno la spola tra chi lavora nel cosmo e i laboratori terrestri.

Viviamo insomma in un'epoca che i nostri predecessori hanno sognato! Giulio Verne scrivendo i suoi romanzi fantascientifici metteva ali alla fantasia. Ma ai contemporanei di questo secolo che ormai sta volgendo al termine, non desta quasi curiosità la maniera con cui potranno essere esplorati i pianeti più lontani.

È l'incalzare delle scoperte scientifiche e dei risultati tecnologici che escono dai centri di ricerca che ridimensionano la fantasia e i sogni tecnico-utopistici. Certamente una delle fonti di maggiore novità oggi, ma soprattutto nei prossimi anni, riguarda il mondo della microelettronica. La nuova tecnologia deve il suo prorompente sviluppo sia alle esplorazioni spaziali sia alla corsa agli armamenti. Inizialmente, le miniaturizzazioni non avevano di certo il livello attuale, anche se consentivano, con le loro dimensioni estremamente ridotte, di accrescere la sicurezza di funzionamento dei razzi, dei computer e delle navi spaziali.

Nel frattempo i microprocessori, costruiti su piastrine di silicio della grandezza di pochi mm^2 (i tecnici li chiamano chip), contenenti decine di migliaia (e presto saranno centinaia di migliaia) di funzioni circuitali, stanno effettuando trasformazioni gigantesche nella nostra vita.

Colossale piccolezza

La colossale piccolezza di questi componenti in gran parte è il frutto dei miliardi investiti nelle esplorazioni spaziali.

Anche l'industria ha tratto però notevoli vantaggi economici da questi chip. Infatti, da quando il costo di un microprocessore è di poche decine di migliaia di lire e quello di un minicomputer è intorno alle centinaia di migliaia di lire, anche i costi di produzione di molti prodotti, di macchine, di dispositivi e di sistemi automatici si sono notevolmente abbassati. Oggi, un microprocessore da 20.000 lire contiene le stesse funzioni dei primi elaboratori commerciali IBM che all'inizio degli anni '50 costavano un milione di lire. Questa sensazionale riduzione dei costi con i suoi drammatici effetti su molte aziende ha spinto un industriale tedesco a fare un confronto con i costi sempre più elevati della produzione automobilistica: «Se nella nostra industria — ha affermato il costruttore di automobili — avessimo avuto la stessa riduzione dei costi che si è registrata nel settore dell'elettronica, il vecchio Maggiolino della Volkswagen, che costava 5000 marchi, costerebbe appena 5 marchi!»

L'era della microelettronica

L'era della microelettronica è già iniziata. Da tempo siamo abituati alle carte meteorologiche riprese dai satelliti e alla calcolatrice tascabile con la quale non ci rompiamo più il capo per eseguire conti complicati. Usiamo orologi elettronici, fantastichiamo di guerre fra robot nell'universo, e impariamo il linguaggio del computer. Scienziati e tecnici ricchi di fantasia spostano inconsapevol-

mente il nostro modo di pensare e le nostre abitudini da un orizzonte a un altro. Nei loro laboratori cercano febbrilmente novità sensazionali; studiano processi produttivi finora mai potuti attuare.

Una cosa comunque è vera: i microprocessori non sanno cosa significhi la parola utopia. Non possiamo in proposito non citare un esperto americano secondo il quale «i microprocessori produrranno una quantità tale di nuovi prodotti che anche i più dotati di fantasia non sono ancora in grado di immaginare».

Futuro e fantasia

Ed eccoci! Proviamo a descrivere il futuro aiutandoci con la fantasia ma tenendo presente che ormai già nella realtà dei nostri giorni esistono tracce del domani. Quando e in qual misura le invenzioni escogitate dai tecnologi potranno cambiare la nostra vita — riferite a una data ben precisa — è difficile prevedere. Una cosa è certa: i decenni 1980, 1990 e 2000 si susseguiranno vorticosamente condizionati dalla forza inarrestabile di questa supertecnologia.

Cerchiamo di porci davanti alla nostra fantasia il primo anno del XXI secolo. Che cosa avrà da offrirci il 2000? Che cosa cambierà nell'ambito delle nostre quattro mura domestiche? Come si svolgerà il lavoro nelle fabbriche, negli uffici? Come utilizzeremo il nostro tempo libero? Come ci verranno trasmesse le informazioni?

Ecco una prima immagine di come il nostro futuro potrà essere cambiato dai microcomputer.

• I lavori ripetitivi e nocivi alla salute, effettuati alle catene di montaggio e alle apparecchiature automatiche delle officine e degli uffici esisteranno ancora per poco tempo (ciò varrà naturalmente per quei paesi che negli anni '80 si saranno maggiormente industrializzati).

• Nella maggior parte delle abitazioni, il televisore, la radio, il giornale, il telefono, gli elettrodomestici, saranno collegati fra loro tramite un computer. Di uso corrente sarà il televisore spaziale (tridimensionale) e il videotelefono, che consente di vedere l'interlocutore dando l'impressione di averlo materialmente di fronte.

• Anche la macchina da scrivere sarà più «intelligente» e capirà e

scriverà automaticamente più di 1000 parole. Vedremo automi che comprenderanno ed elaboreranno la lingua parlata.

• Ognuno di noi avrà nel taschino un minitelefono con il quale potrà chiamare e conversare in qualsiasi luogo si trovi. Il trasmettitore sarà nascosto nell'orologio elettronico da polso.

• Nei negozi, le misure per le scarpe e per gli abiti verranno prese elettronicamente; queste misure saranno inoltrate direttamente ai centri di produzione dove abiti e scarpe su misura saranno realizzati automaticamente.

• Tutto lo scibile umano (dall'inizio del medioevo fino a oggi) potrà essere memorizzato in un computer le cui dimensioni saranno quelle di una normale biblioteca di università.

• La fotografia di ciascuno di noi potrà essere memorizzata nell'elaboratore e potrà essere richiamata in ogni momento da qualsiasi parte.

• Lettere e telegrammi potranno essere trasmessi e ricevuti su normali televisori.

• Il computer a bordo dell'auto segnalerà i pericoli del traffico; il numero degli incidenti sarà ridotto drasticamente.

• I viaggi nel cosmo o negli abissi marini saranno un fatto normale.

• Avrà grande diffusione una lingua compresa dalla maggior parte dei popoli.

• Negli uffici non verrà più usata la carta da scrivere.

• Il denaro come mezzo di pagamento diretto verrà usato sempre più raramente.

• Nella maggior parte dei paesi industrializzati la settimana lavorativa verrà ridotta a 30 ore.

Ricerca di uno sviluppo

Queste previsioni sembrerebbero pura fantasia o pura cabala; eppure non hanno nulla a che vedere né con la fantasia né con la cabala. Se solo volgeremo lo sguardo indietro di 10 anni potremo vedere con meraviglia quali lunghe ombre il XXI secolo avrà gettato sul 1990. Se escludiamo per semplicità fatti e avvenimenti culturali, ci rendiamo conto che l'umanità è sempre alla ricerca di uno svi-

luppo e di un miglioramento economico, che le organizzazioni sindacali del settore dell'elettronica e delle telecomunicazioni parlano di ridurre la settimana lavorativa a 33 ore grazie proprio ai progressi raggiunti nella produttività, che 25 professioni tradizionali sono quasi scomparse e che al loro posto ne sono sorte 20 di nuove, che il numero dei dattilografi si è ridotto in modo impressionante e che infine il numero di coloro che fanno viaggi in tutto il mondo è notevolmente aumentato. Potremmo quindi dire per quanto riguarda il mondo del lavoro che di impiegati ce ne saranno ancora, ma che le montagne di carta usate ora nelle aziende cederanno il posto ad atti elettronici senza corpo.

Scompare la guida telefonica

Le guide telefoniche non verranno più usate; il loro contenuto sarà memorizzato in microcomputer grandi come unghie. La circolazione di denaro contante nei paesi industrializzati verrà ridotta a circa la metà. I parlamentari dei paesi industrializzati discuteranno l'ennesima riforma delle leggi sulla protezione dei dati e delle informazioni. Grazie a sistemi di sorveglianza elettronica, i furti nelle fabbriche saranno quasi impossibili. In compenso imperverserà la criminalità con l'elaboratore. Un'indagine internazionale ha dimostrato che gli studenti degli anni '70 e '80 hanno perso parte delle loro capacità matematico-logiche a causa dei calcolatori tascabili. Saranno sempre più diffusi automi che troveranno da soli le soluzioni più semplici dei problemi più difficili e la loro programmazione non sarà complicata.

Verso il 1990

Conclusioni: la computerizzazione del posto di lavoro e della vita privata incomberà su di noi come un tempo incombeva la motorizzazione e la meccanizzazione. Il 1990 considererà le attuali tecnologie delle nostre fabbriche, degli uffici e delle case come grigia preistoria. Allora il computer su un solo chip sarà in commercio già da alcuni anni. Durante questo periodo, caratteristiche come

dimensioni ridotte, economicità, flessibilità, affidabilità, risparmio energetico saranno state enormemente potenziate. Il computer su un solo chip è un componente logico che per complessità corrisponde all'unità centrale di un computer di media potenza dell'anno 1975. Eppure è realizzato su una piastrina di silicio di pochi mm^2. Questo non plus ultra, già nell'attuale forma di microprocessore, merita un riconoscimento: mai prima d'ora si era riusciti a realizzare un componente tanto potente da poter essere impegnato in apparecchiature chiamate, pur con tutta la stima per l'intelligenza umana, intelligenti. La sua rapidità nell'eseguire operazioni logico-aritmetiche e la sua illimitata capacità di memorizzare ed elaborare le informazioni anticipano già le tecnologie dell'anno 1990.

• Tutta la corrispondenza delle ditte non sarà più inviata a mezzo posta ma elettronicamente.

• Negli ospedali e nei gabinetti medici, i computer interpreteranno automaticamente i referti e le diagnosi. L'elaboratore domestico effettuerà tutte le operazioni bancarie, fornirà ragguagli sulle tasse, eseguirà programmi didattici e potrà addirittura eseguire diagnosi di malattie non particolarmente gravi e complesse.

• Il computer a bordo dell'auto rivelerà tutti i difetti che possono verificarsi, segnalerà la distanza di sicurezza e ridurrà il consumo della benzina.

• I televisori saranno piatti come quadri e verranno appesi alle pareti.

• Le previsioni meteorologiche, assolutamente attendibili, verranno fornite quotidianamente.

• Stazioni e sistemi di innalzamento e abbassamento delle barre ai passaggi a livello saranno comandati elettronicamente.

• I giornali verranno trasmessi per televisione o potranno anche essere stampati mediante apposite stampanti.

• Il videocitofono verrà installato nel 20% delle abitazioni e nel 50% degli uffici.

• Via satellite si potranno ricevere contemporaneamente diversi programmi televisivi stranieri.

• Tutto il traffico aereo e marittimo internazionale potrà essere controllato mediante solo tre satelliti in orbita geostazionaria.

• Il 30% dei registratori di cassa saranno collegati direttamente

con la banca dove il cliente avrà il suo conto, per cui sarà possibile effettuare accrediti e addebiti direttamente sul conto del compratore.

• Alluvioni e bufere potranno essere previste tanto in anticipo da consentire la preparazione di misure adeguate di protezione.

• Il pianoforte, l'organo e la fisarmonica si potranno suonare con metà tasti, e occhiali elettronici consentiranno ai ciechi di vedere.

Il terminale in casa

Nel 1990, il mondo verrà a trovarsi nella fase intermedia della rivoluzione elettronica. Conflitti di lavoro aspri e profonde inquietudini saranno stati ormai superati.

Nel 1990 ci muoveremo in un mondo di terminali. Ridotti alle dimensioni di un piccolo schermo TV, li troveremo installati nelle abitazioni, negli stabilimenti, nelle banche, negli uffici, nelle fabbriche. Questi schermi ci consentiranno di comporre, memorizzare richiamare dati e testi, scrivere lettere, richiedere informazioni e stampare opuscoli.

I videoterminali iniziarono la loro marcia vittoriosa a partire dalla metà degli anni '70, dato che già allora il loro costo era basso e potevano inoltre essere facilmente collegati a sistemi di computer già esistenti. Allora, le loro prestazioni posero un freno all'aumento dei prezzi. Inizialmente, vennero impiegati agli sportelli delle banche. Qui, il cliente poteva vedere l'incaricato «chiedere» all'elaboratore centrale i dati relativi al suo conto in banca. Tra editori e compositori fecero scoppiare conflittualità sindacali. Questi terminali (di scrittura) silenziosi, collegati a sistemi di elaborazione di testi, consentivano di vedere sugli schermi i testi composti. Ciò portò all'eliminazione delle macchine di composizione al piombo (linotype) e a tutte le attività a esse connesse.

Cambieremo spesso lavoro

Nel 1990, insomma, le vecchie attrezzature elettromeccaniche tanto impiegate le potremo vedere nei musei delle ditte. Lo slogan

«istruzione permanente», e la necessità di cambiare molto spesso occupazione, saranno divenuti fatti del tutto naturali. Il detto di Albert Einstein «Non penso mai al futuro, esso viene troppo in fretta» non sarà certamente di aiuto alla microelettronica d'assalto, dato che a essa spetta prendere giorno per giorno, in tutto il mondo, decisioni delle quali vedremo gli effetti in politica, nella società e nella cultura solo negli anni futuri. A ogni modo siamo ormai prossimi a quel giorno: la terza rivoluzione economico-industriale riduce le distanze tra noi e gli orizzonti densi di innovazioni.

Più tempo libero

Ma il futuro elettronico ci ha ormai avvicinato a qualcosa di più importante: lo sviluppo non sarà costituito esclusivamente da una maggiore disponibilità di beni. Il tenore di vita più elevato andrà misurato prima di tutto in termini di maggior tempo libero, migliore formazione ed educazione dell'individuo.

I prodotti, le macchine, i sistemi intelligenti *attualmente* già prodotti e venduti, rappresentano una solida base per le prospettive degli anni 1990 e 2000. Eccoli.

Esistono già oggi

• *Robot industriali* che afferrano da soli i pezzi e li montano, saldano carrozzerie, trasportano materiali ecc.

• *Centrali di processo* che regolano cicli produttivi, controllano produzioni, misurano temperature molto basse o elevate di qualsiasi materiale ecc.

• *Microcomputer* che regolano sistemi di riscaldamento centrale a olio combustibile, variano automaticamente l'intensità della luce artificiale negli ambienti interni con conseguente risparmio di combustibile e di energia, gestiscono contemporaneamente sistemi di allarme e impianti antifurto.

• *Il televisore con schermo piatto* che praticamente è pronto (ma per ora è troppo costoso).

• *Cucine che possono memorizzare* varie centinaia di sistemi di

cottura di arrosti e di dolci premendo semplicemente un pulsante.

• *Impastatrici* per pasticcerie e panetterie in grado di fornire automaticamente la dose dei vari ingredienti. La macchina per mescolare i colori è un altro esempio di automa intelligente.

• *Produzione automatica di scatolette.* I micro controllano il taglio e la saldatura della lamiera, segnalano a un computer, che successivamente li elabora autonomamente, i dati della produzione, il numero delle scatolette corrette e quelle di scarto.

• *Macchine da cucire automatiche*, capaci di eseguire centinaia di lavori di cucito.

• *Apparecchi di lettura*, per controllare, per esempio, i marchi di fabbrica.

• *Orologi da polso elettronici*, in grado di memorizzare scadenze e ricorrenze. Per esempio i compleanni possono essere segnalati con qualche giorno di anticipo.

• *Bilance elettroniche*, che calcolano, previa loro taratura sulle tariffe e sulle franchigie postali, l'importo esatto richiesto per la spedizione dei pacchi della corrispondenza.

• *Giochi degli scacchi elettronici*, che si presentano come calcolatrici tascabili. Possono svolgere il ruolo di avversario oppure si può chieder loro la mossa più intelligente.

• *Giochi elettronici.* Il microelaboratore è munito di una memoria contenente i programmi per la realizzazione di cento differenti giochi; è inoltre in grado di fornire tutti i segnali richiesti per effettuare ciascun gioco.

• *Telefoni elettronici*, che memorizzano circa 10 numeri di uso più frequente con i quali è possibile collegarsi automaticamente. Nel caso in cui il numero richiesto risultasse occupato, esso viene ripetuto senza dover staccare il ricevitore.

• *Telefoni per trasmissione di dati*: una combinazione di telefono e di elaboratore che consente il collegamento con giornali e guide telefoniche, con altri elaboratori e banche-dati anche lontane; consente la stesura di programmi e la loro apparizione sullo schermo di un monitore oppure la loro stampa contemporanea.

• *Macchine da scrivere con memoria*, collegate alle reti di telecomunicazioni pubbliche, che impiegano sistemi di scrittura standard.

• *Sistemi completamente automatici di elaborazione di testi.* Me-

morizzano tutti i sistemi di scrittura e possono sostituire gran parte degli scritti su carta. Possono lavorare in combinazione con la macchina da scrivere dotata di memoria.

• *Telefotocopiatrici elettroniche*, capaci di trasmettere disegni, schizzi ecc. servendosi delle normali reti di telecomunicazioni.

• *Televisori associati a piccole stampanti*, in grado di ricevere informazioni e stamparle. Questa funzione risulterebbe particolarmente interessante nel caso in cui in casa non ci fosse nessuno oppure il telefono fosse bloccato. Il messaggio verrebbe presentato sullo schermo del televisore tramite una centrale di informazioni gestita da computer.

• *Televisione via cavo, videotex e teletext.* Grazie alla microelettronica, è consentita un'estensione dei sistemi di informazione e dei programmi di svago. In questo caso il televisore assume grande importanza in quanto costituisce il terminale di questo sistema. Possono fruire di tali sistemi la didattica, l'istruzione in genere e la pubblicità.

• *Conferenze sullo schermo.* Riuniscono i relatori situati in differenti località attorno a un immaginario tavolo rotondo; vengono impiegate piccole telecamere mentre la trasmissione dei discorsi risulta comune a tutti i partecipanti. I vari relatori possono pertanto guardarsi tra loro senza tuttavia sedere uno accanto all'altro.

• *Banche di dati.* Memorizzano elettronicamente le informazioni dei differenti settori della scienza e le mettono a disposizione di coloro che ne sono interessati. Questa grande quantità di informazioni può essere richiamata su uno schermo.

• *Computer da scrivania.* Scrive lettere, fa la contabilità, redige fatture, dà il riepilogo della produzione ecc.

• *Microcomputer per aerei.* Elaborano i dati più significativi riguardanti l'altezza, il peso, la temperatura esterna. Controllano costantemente l'altezza e le condizioni di volo allo scopo di risparmiare carburante.

• *Nelle sale operatorie e in quelle di rianimazione* di un moderno ospedale hanno già fatto il loro ingresso i microcomputer sotto forma di apparecchiature per il controllo della narcosi, degli elettrocardiogrammi, per l'analisi del sangue, per la misura delle pulsazioni ecc. Sono disponibili apparecchiature per uso domestico nelle

quali i microcomputer elaborano le misure riguardanti la pressione del sangue, la frequenza del polso, il consumo di ossigeno ecc., allo scopo di poter stendere una diagnosi e prescrivere le relative cure.

• *Giocattoli*, come navi, aereomodelli e auto sono già venduti muniti di sistemi di controllo basati sulla microelettronica.

• *Nell'automobile*, il controllo del funzionamento del motore allo scopo di ridurre il consumo di benzina, il radar per la valutazione della distanza, il sistema di protezione contro il bloccaggio dei freni e altre migliorie non rappresentano più un problema tecnico anche se attualmente non sono attuabili su larga scala in quanto troppo costose.

• *Personal computer*, in grado di fornire chiarimenti riguardanti le tasse, di tenere la contabilità privata, di memorizzare ricette culinarie e tabelle delle calorie, di dare consigli sulla lista della spesa. Può essere impiegato anche per scopi didattici, per corsi di lingue, per controllare e programmare la temperatura e l'intensità luminosa degli ambienti, per eseguire giochi, per spegnere il forno o disattivare la lavatrice. Gli esperti prevedono che, al più tardi nel 1985, la maggior parte delle abitazioni americane disporrà di elaboratori di questo tipo.

• *Apparecchiature speciali* già consentono ai genitori di regolare «il consumo» di televisione da parte dei loro figli. Quando infatti questi desiderano vedere un programma precedentemente escluso mediante microcomputer, lo schermo rimane nero.

Nelle stalle automatizzate è già possibile programmare la crescita degli animali fornendo loro sotto il controllo di un computer le razioni alimentari stabilite giornalmente.

• *Giochi didattici* che facilitano l'apprendimento nei bambini.

Tutti questi apparecchi e sistemi *intelligenti* sono già stati realizzati e in parte impiegati ma non ancora commercializzati solo a causa di cavilli burocratici o per il loro costo elevato.

Ostacoli o felicità

Quando tali ostacoli saranno superati, il cammino verso il paradiso elettronico degli anni 1990 e 2000 presenterà difficoltà oggi

ignorate? I microcomputer sono davvero dei mostri che inghiottono migliaia di posti di lavoro? Assisteremo alla crescita di tecnocrati ai quali nulla importa della dignità umana? O invece non succederà niente di terribile e i microcomputer apriranno le porte a tempi di maggior felicità?

Quello che è certo è che le minuscole macchine intelligenti già esistenti stanno cambiando le regole e le strategie economiche internazionali. Le conseguenze sociali non tarderanno perciò a farsi sentire.

Segni di cambiamento

Vediamo brevemente alcuni aspetti della situazione e delle avvisaglie attuali.

• *Gli USA iniziano la nuova rivoluzione industriale.*

Molte apparecchiature e molti sistemi sconosciuti in Europa esistono già negli Stati Uniti e in Giappone. Si possono trovare nei cataloghi di vendita e in alcuni casi sono già stati importati in Europa tramite le consociate.

• *Ciò che oggi è ancora caro in futuro sarà più a buon mercato.*

I beni di consumo e di investimento supereranno tanto più rapidamente il cosiddetto «limite del potere d'acquisto» quanto maggiore sarà la quantità in cui verranno prodotti. I calcolatori tascabili, gli orologi al quarzo, i personal computer sono esempi che dimostrano quanto sopra. Attualmente, bambini e ragazzi giocano con apparecchiature tecnicamente più complesse dei più costosi ricevitori di 40 anni fa. Nel settore dei beni di investimento, i nuovi sistemi di fotocomposizione, introdotti dalle case editrici, gestiti da computer come pure i terminali installati nelle banche e agli sportelli dimostrano che le difficoltà economiche delle aziende, insite nel rapporto costi/utili, diventeranno di anno in anno sempre minori. Le apparecchiature comandate da microcomputer potranno essere impiegate ovunque esisterà la necessità di elaborare e trasmettere informazioni oppure gestire processi di qualsiasi tipo: dalle macchine utensili alle lavastoviglie. La microelettronica è destinata a distruggere soprattutto i prodotti elettromeccanici. Le te-

lescriventi, i registratori di cassa, le bilance, le macchine da scrivere, i tassametri, le macchine da cucire, gli impianti di telecomunicazione, le cineprese ecc. vengono già realizzati quasi esclusivamente con l'aiuto dell'elettronica.

• *I costi selvaggi provocano uno sviluppo selvaggio.*

Tanto più essi lieviteranno tanto più facilmente potranno affermarsi novità economicamente più accettabili e destinate a durare e a offrire prestazioni di qualità.

Capitolo terzo

Una lunga storia

Il mondo industriale ha radici tecnico-scientifiche molto lunghe. Il suo sviluppo a livello mondiale dipende dallo studio della materia al controllo dell'energia per giungere alla realizzazione di macchine capaci di effettuare lavori e macchine che muovono altre macchine. Le radici principali di questo sviluppo sono la meccanizzazione, la motorizzazione, la chimica dei grandi processi industriali, il computer, l'energia nucleare e l'esplorazione spaziale dalla quale sono scaturite centinaia di migliaia di altre invenzioni e scoperte. Si dice comunemente: la tecnica è l'insieme di tutti quei processi che sfruttando risorse naturali come l'energia, le materie prime, gli elementi chimici, gli atomi e gli elettroni contribuiscono a rendere più piacevole la nostra vita. Il filosofo e sociologo Arnold Gehlen ha condensato in una frase ciò che secondo lui muove scienziati e inventori: «L'uomo — dice Gehlen — non può vivere in un ambiente selvaggio; tutte le volte che si è trovato ad affrontare situazioni di estrema indigenza sia a livello fisico che psichico ha sempre cercato di adattare con intelligenza l'ambiente circostante e di produrre condizioni idonee alla propria sopravvivenza».

Processo d'adattamento

La storia di questo processo di adattamento è anche la storia della scienza e della tecnica, iniziata con la preistoria: dalla pietra

focaia agli attrezzi in selce, dalla leva alla ruota.

La microelettronica può essere considerata senza ombra di dubbio l'incarnazione di un colpo di genio tecnologico. La sua caratteristica fondamentale è infatti quella di avere sostituito l'intelligenza *organica* con una intelligenza, diciamo *meccanica*. Ed è su questa reale possibilità che si basa la potenza dell'attuale rivoluzione tecnico-economica.

Chi sono gli antenati, i padri di questi micro che hanno invaso quasi tutti i settori dell'attività umana? Si sono realmente resi conto che queste loro scoperte avrebbero cambiato radicalmente il nostro modo di vivere?

Il mondo del Duemila con i pochi lavori monotoni ancora rimasti, con le settimane di 30 ore lavorative, con gli uffici senza carta, con la possibilità di viaggiare con estrema sicurezza e con la facoltà di avere un buon livello di cultura, ha le sue origini nel 1960. Proprio in quell'anno, infatti, dopo un lavoro di sviluppo durato otto anni venne realizzato il *primo circuito integrato*. Questo componente elettronico, già perfezionato, pilotò nel 1964 il razzo intercontinentale Minuteman II. In quello stesso anno fece la sua comparsa il primo elaboratore basato su tecnologie circuitali analoghe. Non fu un lampo di genio come comunemente si suole dire, ma il frutto di un duro lavoro di laboratorio di cui nessuno era in grado di prevedere il successo. Da allora si è succeduta un serie di brillanti esperimenti tali da spiegare perché i 40 anni che vanno dal 1960 al 2000 vengano considerati un tempo «assai breve» per una rivoluzione tecnologica.

Se teniamo però presenti gli antenati dell'elettronica questa storia inizia allora molti anni fa e precisamente nel secolo scorso. È una storia di grandi tentativi, non sempre coronati da successo, fatti da scienziati e ricercatori con centinaia di invenzioni e scoperte. Si intrapresero vie traverse, talvolta sbagliate; vennero compiuti innumerevoli esperimenti, molti fallirono. Ci si affidò ai capricci del caso (o a fortunate coincidenze) fino a che non si imboccò la strada che portò ai risultati attuali.

Il dinosauro elettronico con una piccola testa

Le tecnologie attualmente alla base della costruzione dei circuiti integrati sono complesse e di una precisione difficilmente immaginabile. Tutto il processo inizia da una piastrina di silicio. Per meglio apprezzare il lavoro dei «padri» dell'elettronica vediamo di tratteggiare a grandi linee una breve storia della tecnologia dei micro.

Inizialmente, i circuiti elettronici erano realizzati con componenti elettronici come transistor, resistori, condensatori, bobine ecc. cablati, saldati cioè tra loro. Subito dopo, e precisamente intorno agli anni '50, vennero introdotti i circuiti stampati. Questi non erano altro che «piastre» di materiale plastico, del formato di una cartolina, aventi piste conduttrici in rame nelle quali venivano fatti dei fori per consentire l'inserimento dei suddetti componenti. I terminali di questi ultimi venivano poi saldati alle piste di rame mediante immersione della piastra in un bagno di stagno fuso. Tutto ciò richiedeva molto spazio. Ma nel 1960 la microelettronica introdusse la *miniaturizzazione*: i componenti non vennero più fabbricati separatamente uno per uno e poi cablati, ma realizzati in un'unica fase, contemporaneamente ai relativi collegamenti.

Dal 1963 questa nuova tecnologia compie un vertiginoso salto qualitativo. Inizialmente vennero formati su una stessa piastrina di silicio semplici transistor, combinati in maniera da realizzare i circuiti logici più semplici e cioè *le porte*. Nel 1968 vennero prodotti circuiti integrati in tecnologia MOS (MOS sta a indicare, una successione di strati di Metallo-Ossido di silicio-Silicio). Già allora era possibile integrare più di *100* transistor. Oggi è un gioco realizzare *decine di migliaia* di questi componenti su una piastrina di silicio molto più piccola di un'unghia. Si parla di *grande* e di *elevato grado* di integrazione, ed è certo che nel giro di pochi anni si arriverà a un *milione*, se non più, di componenti integrati in una piastrina di silicio sempre di queste dimensioni! E non è finita! Il limite *naturale* arriva a *dieci milioni* di transistor formati su un mini-chip, sempre che questo numero non venga superato con l'introduzione di nuove tecnologie di integrazione.

Integrazione, integrazione elevata, integrazione molto elevata, integrazione super elevata: questi balzi della tecnologia hanno lo

sgradevole svantaggio di fare scomparire dai nostri occhi l'incanto del vecchio mondo. Le centinaia di milioni di calcolatrici tascabili, e cioè le centinaia di milioni di quelle «testine intelligenti» che hanno abolito il calcolo mentale, nonostante le loro potenti capacità, sono oggi considerate come le «prime» di una serie cui seguiranno quelle munite di stampante. Ciononostante, gli elaboratori, anche quelli più costosi, eseguono le stesse funzioni che faceva il primo dispositivo di calcolo automatico programmato, inventato nel 1941 dal tedesco Konrad Zuse. E se oggi un computer di media potenza dovesse essere realizzato con i componenti usati nel famoso elaboratore ENIAC, funzionante nel 1946 con 20.000 valvole elettroniche, questo «mostro» dovrebbe pesare 3500 tonnellate, dovrebbe occupare uno spazio di 79.000 metri cubi e richiederebbe una potenza di dieci Megawatt.

Che cosa insegna questa breve storia? Che il computer che dovrebbe immagazzinare e memorizzare tutto lo scibile umano grazie alla potente miniaturizzazione dei suoi componenti elettronici non è affatto un'utopia. L'ENIAC, visto oggi, può essere quindi considerato a buon diritto un dinosauro, poiché come i giganteschi sauri, aveva un *corpo enorme* e una testa *estremamente piccola.*

Programmati a parole

I microprocessori hanno invece invertito la situazione: il loro corpo è piccolo e la loro testa è grande.

Così è iniziata anche la materializzazione di un antico sogno degli scienziati: la macchina che capisce l'uomo e che reagisce alla sua parola. Nei laboratori di ricerca americani si stanno sviluppando macchine sperimentali che possono essere programmate mediante *parole.* Fino ad oggi, la programmazione veniva effettuata mediante *cifre* e *programmi matematici* complessi. Adam, un computer sperimentale programmato utilizzando la «lingua» umana, e quindi in grado di parlare, ha già imparato ad *ascoltare.* Se lo si saluta dicendo: «Buon giorno, Adam!» Lui risponde: «Buon giorno, sono pronto, cosa devo fare?» Capisce poche parole come «Inizia!», «Ripeti!», «Addiziona!», «Sottrai!».

Gli esperti prevedono che al massimo fra dieci o vent'anni, tutti potranno impartire con parole ordini al computer, oppure sarà possibile eseguire traduzioni simultanee o ancora utilizzare macchine da scrivere alle quali sarà sufficiente dettare il testo che vogliamo scritto. E tutto ciò senza la necessità di impostare complicati codici numerici. Questa macchina che risponderà a semplici parole sarà in un futuro ormai prossimo prodotta in serie. Si tratta solo di risolvere un problema fondamentale: abbattere *la barriera del linguaggio* tuttora esistente tra uomo e macchina.

Componenti in un francobollo

Ma ritorniamo alle considerazioni da cui siamo partiti: l'industria elettronica riesce già a formare 75.000 componenti di un circuito in uno spazio delle dimensioni di un francobollo. Gli esperti arrivano a prevedere con molta sicurezza che entro cinque o dieci anni, su questa stessa superficie si potranno realizzare. 1.750.000 componenti. Questi componenti potranno eseguire funzioni *logico-aritmetiche*, e pertanto saranno in grado di effettuare *operazioni di calcolo e prendere decisioni*. Non è quindi presunzione o imbroglio quando si parla di *cellule del cervello al silicio*.

Inizialmente, per effettuare una funzione (per esempio l'amplificazione di un segnale) era necessaria una valvola identica a quelle già usate nelle radio o nei televisori. Di valvole siffatte, capaci di eseguire una data funzione, ne occorrerebbero 75.000 nello spazio di un francobollo, e in futuro 1.750.000! Questo concetto può però essere espresso anche così. Per accogliere le valvole richieste (1.750.000) per effettuare le funzioni che presto potranno essere realizzate su un'area pari a quella di un francobollo, occorrerebbe progettare macchine grandi come 30 campi da gioco del calcio. Un simile paragone rende evidente che senza i cervelli al silicio tutte le novità e il progresso sociale descritti nel capitolo precedente sarebbero veramente un'*utopia*.

Anche per ciò che riguarda i prezzi si possono stabilire dei paragoni. I transistor, nello spazio di due decenni, hanno visto ridurre dell'uno per mille il loro prezzo.

Teniamo comunque presenti i tre punti di forza su cui questa rivoluzione elettronica fa leva: *sempre più piccolo — sempre meno costoso — sempre più intelligente*. Ad essi bisogna, però, aggiungerne altri due: minori consumi di energia e di materie prime.

Il cervello è un chip

La piastrina di silicio che suscita tanta meraviglia viene chiamata *chip*, una parola presa dall'inglese che significa «frammento». Osservato al microscopio elettronico, un chip si presenta anche per i tecnici più preparati, come un labirinto impenetrabile di strutture. Anche con una lente a forte ingrandimento si riesce a vedere ben poco.

Il chip è il *cervello* del *microprocessore*; la sua velocità di calcolo è valutata in *miliardesimi* di secondo (e cioè in nano-secondi). Per avere un'idea di questa velocità facciamo in confronto: la velocità delle onde elettromagnetiche usate per la trasmissione dei segnali è uguale alla velocità della luce, e cioè 300 mila chilometri al secondo.

Il microprocessore è considerato la conquista più significativa della microelettronica. Contiene i componenti essenziali dell'unità centrale di elaborazione di un computer e cioè l'unità logico-aritmetica, i registri, il contatore di programma e l'unità di controllo. L'intero sistema è come stampato e inciso sul chip. Il minuscolo microprocessore può essere considerato il «capo» del «reparto microcomputer»; di quest'ultimo fanno parte le memorie di programma, le memorie dei dati e le unità d'ingresso e d'uscita. Il microcomputer può, a sua volta, costituire il cervello di una macchina utensile, di un robot industriale, di uno sportello di cassa continua di una banca, di un gruppo di saldatura automatica in una catena di montaggio di automobili, etc... Per orologi, telescriventi, calcolatori tascabili o apparecchiature medicali, macchine da cucire, ecc. è sufficiente il microprocessore. Il microcomputer può costituire, a sua volta, parte di un sistema comprendente diversi elaboratori.

I vantaggi del micro rispetto ai convenzionali sistemi di controllo delle lavorazioni industriali non derivano semplicemente dal fatto di essere *più piccoli — meno costosi — più intelligenti*, ma anche

per il fatto di avere costi di sviluppo e manutenzione più bassi, maggiore affidabilità ed essere più facilmente inseribili o disinseribili nei sistemi di produzione industriali. Il prossimo traguardo sarà il computer realizzato su un solo chip.

1874: Ferdinando Braun e l'effetto semiconduttore

I chip e il microprocessore sono, come già detto, il risultato di studi e scoperte, la prima delle quali risale a più di 100 anni fa. Eravamo nel 1874, quando in Germania l'insegnante ginnasiale, Karl Ferdinan Braun pose la *prima pietra* miliare della *terza rivoluzione industriale*. Ciò avvenne pressappoco nello stesso periodo in cui la prima rivoluzione industriale, portata avanti dalla borghesia puritana, fece trattenere il fiato ai grandi stati d'Europa. Furono invenzioni come quella della macchina a vapore di James Watt, della macchina per la filatura di James Hargreaves, del maglio a vapore di John Wilkinson, del telaio di Edmund Cartwright, del tornio automatico di John Maudsley che dettero l'avvio all'industrializzazione. Il lavoro manuale e artigiano incominciò ad automatizzarsi. La rivolta dei tessitori della Sassonia contro «le macchine della sventura» azionate meccanicamente, secondo una testimonianza di Gerhart Hauptmann nell'opera *I tessitori*, lascia intendere lo spirito drammatico di quell'epoca.

Un altro genio, Thomas A. Edison, con le sue centinaia di invenzioni fece correre il progresso. Egli contribuì tra l'altro alla diffusione dell'illuminazione elettrica, carbonizzando fibre di bambù ed usandole come filamento incandescente nei bulbi di vetro. Nikolaus Otto realizzò in una casupola di campagna il motore a quattro tempi, e Carl Benz installò il motore di Otto in una vettura munita di organi di trasmissione a differenziale e di cambio. Herman Hollerith sviluppò una macchina capace di eseguire calcoli statistici con l'aiuto di schede perforate. Il sistema Hollerith è una di quelle idee-base sulle quali si svilupparono, mezzo secolo più tardi, le tecniche del computer.

A grandi linee, solo a partire dal 1900 si configurano le premesse per l'attuazione di uno standard di vita che consentirà alla maggior

parte degli uomini di riscattarsi da una situazione di minima sussistenza. E ciò, grazie ai grandi inventori, ed a tutti coloro che contribuirono al perfezionamento delle invenzioni.

Un interruttore fornito dalla natura

Ferdinand Braun non è soltanto uno dei più importanti inventori dal punto di vista della terza rivoluzione industriale. Dopo lunghi esperimenti condotti nel campo dei contatti tra metalli e cristalli, egli scoprì che questi contatti presentavano una proprietà particolare: facevano cioè passare corrente in una direzione e la inibivano nella direzione opposta. Era stato scoperto l'*effetto semiconduttore*, e cioè, l'*interruttore* fornito dalla natura. Il *rivelatore a cristallo*, nei primi radioricevitori, sfruttò questa proprietà. Ma tutto finì lì. Gli ingegneri della prima fase dell'industrializzazione preferirono impiegare interruttori *meccanici* per portare corrente nelle fabbriche, alle macchine e nelle case.

Questa geniale scoperta di Braun scomparve tra gli archivi del museo di Scienze Naturali della sua città, e solo dieci anni più tardi venne ripresentata in una rubrica «invenzioni sconosciute». Una situazione questa che gli attuali studenti di fisica difficilmente riescono a capire quando studiano il «tubo di Braun», quel tubo cioè che ha fatto storia prima dell'effetto semiconduttore in quanto componente insostituibile per l'effettuazione di misure in fisica, come schermo nelle apparecchiature radar e come cinescopio nel televisore.

1879: l'effetto Hall

Altre invenzioni fondamentali sulle quali si basa la microelettronica vedono la luce con modalità non troppo diverse. Cinque anni dopo che Ferdinand Braun dimostra l'esistenza dell'effetto semiconduttore, il fisico americano Edwin Herbert Hall scopre un altro fenomeno che si sarebbe reso prezioso e che da lui prende il nome: quando un campo magnetico agisce su una corrente elettrica che

passa in un filo, lungo il filo si può misurare una differenza di potenziale perpendicolare allo stesso filo e al campo magnetico.

1906: si controllano gli elettroni

Cinque anni più tardi, nell'anno 1884, il famoso Edison nota che in uno spazio dal quale è stata tolta l'aria si possono propagare degli impulsi elettronici con direzioni ben precise: questi impulsi possono essere captati ed elaborati. Già nel 1906, i fisici von Lieben e de Forest riuscirono a comprendere il principio del controllo degli elettroni. Da questa scoperta presero avvio, nel corso del decennio, i tubi elettronici, le famose valvole.

1948: arriva il transistor

Alla fine degli anni '30, il rilevatore a cristallo celebra il suo ritorno sulle scene impiegato come sensibile ricevitore delle moderne onde centimetriche. La guerra accelera lo sviluppo e la produzione dei primi componenti di potenza, che resero possibili per esempio il radar. Sempre nel corso del periodo bellico si impara anche a utilizzare come semiconduttore il cristallo puro di silicio e di germanio controllando l'effetto semiconduttore ancora poco sfruttato. Nei laboratori della Bell Telephone di Murray Hill (USA), ci si rende conto già all'inizio degli anni '40 che il principio dei tubi a vuoto non consente un grande futuro: il loro ingombro era troppo elevato e la meccanica eccessivamente elaborata.

Bisognava trovare qualcosa di nuovo e di più affidabile. Un gruppo di fisici, chimici e metallurgisti, sotto la direzione di William Bradford Shockley, si mise all'opera concentrando sin dall'inizio l'attenzione su una legge naturale scoperta 66 anni prima da Ferdinand Braun che riguardava la possibilità offerta dai cristalli di *chiudere o interrompere circuiti di corrente* in dipendenza da una tensione.

Ricerche protrattesi per anni condussero, nel 1948, alla scoperta del *transistor*. John Bardeen, Walter H. Brattain e, naturalmente, il

capo-equipe William Bradford Shockley furono i precursori di una nuova era industriale. Il funzionamento dell'oggetto fu spiegato con l'effetto «dell'iniezione di portatori di carica minoritari». Ci risparmiamo i particolari di questa tecnologia complessa, preferendo parlare del suo sviluppo. Il transistor immesso nel mercato appena nel 1952, dopo questa data non ha più avuto bisogno di notevoli miglioramenti.

Nei primi tempi questa «resistenza di trasferimento» (traduzione letterale della parola transistor) è poco utilizzata ma presto si impara che potrà risolvere molti problemi. L'eccellente qualità, il piccolo ingombro e il basso prezzo permettono la diffusione degli apparecchi elettronici a una vasta schiera di acquirenti. Gli apparecchi radio diventano più piccoli e meno cari, i televisori diventano un acquisto accessibile e gli elaboratori elettronici imboccano la strada del successo. Tutti gli apparati e i sistemi elettromeccanici vengono migliorati e resi più economici, l'automazione è introdotta in grande stile, tutte le tecniche dell'informazione si rinnovano. In poche parole, il transistor offre un importante contributo alla conservazione della formula che rende legittima l'esistenza delle società industriali: aumento della produttività = aumento dei profitti; aumento del tenore di vita = progresso sociale.

1959: I primi «mini» di Kilby e Hoerni

I generali dell'aviazione che spinsero l'evoluzione del transistor non ebbero il presentimento che i giganteschi calcolatori avrebbero potuto restringersi fino a diventare dei nani quando decisero di finanziare la produzione.

Essi ragionavano in maniera molto circoscritta, con gli occhi rivolti a due mete principali: sistemi di difesa più potenti, più sicuri e più economici; complessi ad alta potenza per la guida dei missili. Alla fine degli anni '50 si ottennero finalmente i due progressi decisivi. J.S. Kilby della Texas Instruments americana ebbe l'idea dell'*integrazione* dei transistor, mentre J.A. Hoerni della Fairchild, sempre americana, ideò la maniera pratica di raggiungere lo scopo, ossia la «tecnologia planare del silicio». Alla metà degli anni '50

queste due società erano poco più che delle «baracche» mentre ora sono industrie di rinomanza mondiale.

Pochi anni dopo, i militari ottennero i supertransistori sotto forma di circuiti integrati compatibili tra loro. Successivamente ebbe inizio l'era dei missili intercontinentali e dei viaggi nello spazio.

1970: il microprocessore dell'Intel

Lo sviluppo dei circuiti elettronici ad alta integrazione, deve la sua nascita a un semplice contratto industriale. Nel 1969, un produttore giapponese di calcolatori elettronici ordinò a una giovanissima industria di Santa Clara in California, la Intel Corporation, dei normali chip. L'ordine superava largamente la capacità produttiva della ditta, che era stata fondata solo nel 1968. La Intel fece di necessità virtù e approfittò della sua forza per realizzare, mese dopo mese, componenti logiche con capacità di memoria sempre crescente. Nel 1970 fu possibile integrare, su una piastrina di silicio di alcuni millimetri quadrati, qualcosa come 2250 funzioni di transistor. Il microprocessore era nato. Alla fine la Intel consegna, invece dei componenti ordinati, il primo processore a un chip, e il primo circuito microelaboratore formato da quattro unità. Non è un caso che proprio la piccola Intel e non le già sviluppate Fairchild e Texas, per non parlare della IBM, sia riuscita a sviluppare il microprocessore. Questa ditta si era specializzata nella produzione di componenti logici per piccoli calcolatori, e aveva già acquisito le conoscenze specializzate in questo campo.

Perché sia toccato proprio agli USA fare da battistrada alla terza rivoluzione tecnico-economica è evidente. La corsa spaziale e le esigenze militari in particolare, come abbiamo già accennato, rappresentarono degli stimoli non indifferenti.

Pilotaggio e informazione

Le varie tecniche della tecnologia del silicio si dimostrarono costose perché eccezionalmente complicate: a causa dell'estrema mi-

niaturizzazione tutto deve essere attuato mediante macchine automatiche computerizzate. Per fare un paragone, occorrerebbe misurare un campo di calcio con la precisione di un millimetro per raggiungere l'esattezza necessaria nella microelettronica, esattezza che è resa possibile dalla tecnologia planare del silicio.

Le macchine utensili che producono i transistor e le piastrine integrate agiscono con procedimenti chimici, depositando in modo completamente automatico tutti gli strati (fino a 10) elementari, ottenendo alla fine i diversi e rivoluzionari effetti, cioè la possibilità di eseguire i processi non più mediante circuiti elettrici, ma come informazioni memorizzate da convertire direttamente in funzioni. A questa equivalenza tra pilotaggio e informazione, ovvero nelle prestazioni potenziate della miniaturizzazione, si deve la rivoluzione dell'elaborazione delle informazioni.

Così è costruito il chip

Dare chiarimenti comprensibili del processo di produzione è possibile solo con grande difficoltà, proprio come è difficile eseguire a mano il lavoro di formazione dei chip nello stadio della miniaturizzazione.

Il materiale di partenza è silicio monocristallino di elevata purezza ricavato dalla sabbia silicea diffusa ovunque nel mondo. La purezza deve essere tale che su dieci milioni di atomi di silicio nel cristallo, solo uno deve essere di impurità. La bacchetta di silicio viene tagliata in fettine sottilissime le quali subiscono trattamenti di ossidazione, diffusione, incisione e metallizzazione. Si fanno penetrare in zone ben delimitate del cristallo di silicio degli atomi di impurità, a temperature di circa 1000 gradi in quantità molto ridotte. Si tratta di solito di atomi di fosforo o di boro che cambiano le proprietà elettriche di una parte della superficie del cristallo per cui si formano, a seconda dei casi, dei transistori, dei diodi o dei condensatori. Queste conversioni avvengono entro spessori inferiori al centesimo di millimetro al di sotto della superficie del cristallo. Le strutture geometriche dei circuiti vengono poi riportate sulla fettina di cristallo con sistemi fotomeccanici. Si scalfisce quindi la

superficie della rondella, spezzandola poi per separare i singoli circuiti integrati. Per poterle maneggiare agevolmente le piastrine vengono montate in contenitori. Una volta collegati i piedini del contenitore al circuito integrato, con fili più sottili di un capello, il componente logico integrato è infine pronto.

Programma Bessy

Si può facilmente comprendere che soltanto dei computer o delle macchine per il progetto automatico sono in grado di preparare e produrre le minuscole strutture che hanno le dimensioni di alcuni millesimi di millimetro. Ed ora il motivo del costo straordinariamente basso: 100 persone possono produrre in una settimana oltre 100.000 sistemi a circuito integrato, che contengono molto più di cinque miliardi di transistori.

Quantità inimmaginabili che vengono costantemente aumentate. Il processo attuale di fabbricazione ha dei limiti ben precisi. La litografia ottica a luce visibile infatti non è più impiegabile quando le strutture sul chip sono di dimensioni inferiori a un millesimo di millimetro diviso per 1,5. Il rimedio potrebbe consistere nello scrivere o proiettare le strutture mediante raggi elettronici, oppure proiettarle con la radiazione proveniente da un sincrotrone che è un acceleratore di particelle elementari. In Germania si è scelta questa seconda via. Governo e industria hanno avviato il piano di sviluppo Bessy, sovvenzionato con 50 milioni di marchi.

In questo modo — secondo le previsioni — le ditte specializzate tedesche saranno in grado, verso la metà degli anni '80, di produrre componenti integrati ad altissima densità: la loro complessità e la loro efficienza sarà 100 volte superiore ai circuiti attuali.

Come funziona un chip

Nel chip ogni singola funzione logico-aritmetica viene scelta da specialisti e progettata con l'aiuto di particolari macchine elettroniche.

Come funzionano i chip, i microprocessori e i microelaboratori? Tutti i processi tecnici si possono caratterizzare con l'aiuto di *segnali*. E poiché l'azione di chiudere o di aprire degli interruttori è particolarmente semplice e di facile pilotaggio, risulta sempre più evidente la possibilità di racchiudere le informazioni in una serie di *sì* e di *no*. Un'unità di informazione di questo tipo, ossia un sì oppure un no, viene chiamata, in linguaggio tecnico, *bit*. I segnali vengono quindi convertiti fisicamente in informazioni composte da sí e no, cioè in *dati*.

In questo modo si possono naturalmente fornire istruzioni per la risoluzione di un problema o di una funzione, ossia creare dei programmi. Così i chip e i microprocessori vengono programmati. Il microelaboratore, dal canto suo, rileva le informazioni e le converte in determinate reazioni. Si può trattare dell'esecuzione di programmi matematici, della ricerca di certe informazioni e di scrivere il tutto mediante una stampante. Quando si misurino la temperatura, l'umidità, oppure delle dimensioni fisiche di oggetti, un sensore provvede a rilevare i valori, converte il risultato in una serie di sì e di no, li manda al microprocessore che a sua volta emana determinati ordini. Se applicato, per esempio, a una macchina lavatrice oppure a un forno, il microprocessore pilota il lavaggio o la cottura, a seconda della natura della biancheria o del cibo.

I passi veloci della tecnologia

L'utilizzazione dell'effetto semiconduttore (un effetto naturale) dimostra, per esempio, come, con l'approfondimento delle nostre conoscenze, tramite le correlazioni tra i vari effetti, attenendosi alle leggi di natura, si possa pianificare il miglioramento del livello di vita. Ci è voluto parecchio per capire quale valore avesse l'iniziativa di Ferdinand Braun. Nel frattempo si sono costantemente abbreviati gli intervalli tra il concretizzarsi delle prime idee tecniche e la loro effettiva applicazione pratica. Per la fotografia c'è voluto un periodo di sviluppo di 112 anni (dal 1727 al 1839); per il telefono ci sono voluti solo 56 anni (dal 1820 al 1876); la radio ha richiesto 35 anni (dal 1867 al 1902), il radar 15 anni (dal 1925 al 1940), la tele-

visione dodici anni (dal 1922 al 1934), il transistor quattro anni e il circuito integrato tre anni. Il fenomeno non è dovuto esclusivamente al miglior sfruttamento delle conoscenze tecniche ma anche, e a maggior ragione, alle varie scoperte contemporanee che si completano o si aiutano a vicenda.

In parallelo al restringersi degli intervalli c'è la produzione in massa delle cinque invenzioni più anziane (che a loro volta si avvalgono di innumerevoli idee base), che ha avuto luogo su vasta scala solo dopo la fine della seconda guerra mondiale. Ai contemporanei della prima e della seconda rivoluzione industriale il progresso tecnico appariva sotto forma di rapide visioni che però, successivamente considerate, sembravano procedere a passo di lumaca. I salti dalla metallurgia all'elettromeccanica, all'elettronica a valvole, alla fisica dello stato solido (transistori, eccetera) ed infine alla gestione informatica dei processi produttivi e di elaborazione dei dati, venivano effettuati entro intervalli sempre minori. La microelettronica accelera lo sviluppo di molti settori. Essa guida i prodotti tradizionali verso nuovi orizzonti applicativi e agevola nuove scoperte prima della produzione in serie.

Capitolo quarto

Domande ricorrenti

Alcune domande ricorrono spesso nei convegni circa le conseguenze provocate dalle nuove tecnologie. Ecco qualche esempio: In che modo influisce la microelettronica sulle fabbricazioni, sui posti di lavoro e sui profitti? Qual è l'effetto sociale e politico che ne può risultare? Come potranno essere gestiti gli eventuali attriti sociali? Naturalmente, non mancano le connessioni con vincoli economici nazionali e internazionali.

Inoltre ci si chiede se il cambiamento tecnologico abbia come seguito inevitabile una disoccupazione strutturale.

Due settori della produzione possono bene documentare l'origine dei mutamenti causati dalla microelettronica; pensiamo alla costruzione degli orologi e delle telescriventi che in brevissimo tempo hanno radicalmente mutato metodo di fabbricazione.

Esperti a convegno

Citiamo quindi come prima cosa alcuni punti fondamentali di uno studio riferito in un congresso di esperti che si tenne nella Germania Federale.

Le esplorazioni spaziali americane non hanno prodotto solamente le meraviglie dei chip, ma hanno spinto allo sbaraglio la libera industria nel campo dell'orologeria in tutto il mondo. Società ame-

ricane, come la Texas Instruments, la National Semiconductors oppure la Fairchild riconoscono che le commutazioni microelettroniche studiate per la tecnologia dei razzi e dell'esplorazione spaziale originariamente erano destinate alla produzione di orologi.

Queste aziende non hanno esitato a lungo a irrompere nei domini da tempo consolidati dei produttori di orologi. Il risultato ottenuto è che l'orologio meccanico è stato messo in crisi. In Europa sono sorte serie difficoltà per gli svizzeri detentori del mercato e anche per le industrie tedesche.

La conseguenza è stata che nel giro di pochi anni tutto il mondo s'è trovato invaso da orologi al quarzo venduti a basso prezzo. Dei circa 290 milioni di orologi da polso che si calcola siano stati approssimativamente venduti nel mondo, 110 milioni sono elettronici. Da stime, questa quota salirà del 37% per gli anni fino al 1985 per superare il 50% dopo tale data. Lo stesso dicasi anche per i 230 milioni di orologi industriali del 1980. Un raffronto con il 1975 e cioè con una quota di mercato rispettivamente pari al 10 e 5 per cento, ne documenta la trionfale ascesa nel giro di pochi anni.

Meno orologi svizzeri

I giapponesi hanno determinato il declino delle industrie di orologi svizzere e tedesche e di altri paesi europei fino al punto di provocare una pericolosa crisi strutturale. Nei centri delle industrie europee di orologi nel Giura svizzero, nella Foresta Nera e nel Giura francese, il numero delle unità di occupazione delle aziende è in continua contrazione a partire dal 1973. Aziende pur amministrate con una corretta gestione sono fallite a causa dell'elettronica. I licenziamenti sono determinati dalle perdite nelle vendite e la nuova tecnologia sta soppiantando la meccanica fine e molti lavori specializzati. Solo pochissimi giovani vengono avviati ancora alle antiche professioni e fra queste quelle di orologiai che riparano complicati meccanismi.

In futuro troveremo per lo più tecnici di elevata specializzazione, come specialisti in elettronica e programmatori oppure quasi esclusivamente personale qualificato per il montaggio di pezzi in mate-

ria plastica sempre più frequentemente prodotti in serie. I minielementi logici producono un considerevole effetto di razionalizzazione. La contrazione produttiva è determinata da una riduzione delle imprese.

Diminuiscono le professioni

È difficile definire in termini di cifre la disoccupazione causata essenzialmente dall'elettronica. In ogni caso il numero delle professioni si abbassa pesantemente colpendo soprattutto le generazioni più giovani. Senza dubbio, per esempio, per l'industria tedesca di orologi si profilano tempi difficili sebbene nel frattempo molte aziende si siano fuse con le più importanti società statunitensi e giapponesi.

Per le aziende attualmente esistenti l'incremento dei costi dei salari e degli oneri relativi finora incontrati nella fase di razionalizzazione successiva è circoscritto entro limiti chiaramente definiti. È facile ottenere la produzione a basso costo di orologi elettronici senza particolari funzioni mentre per quelli più sofisticati il costo è superiore. Per esemplificare: gli stessi orologi da polso sono dotati di funzioni, quali la sveglia, la calcolatrice, la memoria e la ricezione di chiamata. Questi modelli avranno un costo sempre minore e infliggeranno un duro colpo alla concorrenza meccanica. Negli orologi non da polso già ora si trovano integrate la calcolatrice e il ricevente di chiamate con possibilità di collegamento per unità supplementari.

Si abbassano i prezzi

Le radio-sveglie già oggi hanno raggiunto dei livelli di prezzo molto bassi e presto si avrà una rapida flessione dei prezzi anche con gli altri orologi di formato grande con funzioni supplementari. La disoccupazione, insomma, secondo gli esperti strettamente condizionata dalla tecnologia, rappresenta un pericolo per milioni di lavoratori. Questa congiuntura si rifletterà sui prodotti dell'indu-

stria dei semiconduttori integrati negli elettrodomestici e nelle attrezzature industriali perché si ridurranno notevolmente i tempi e le fasi produttive previste. Utilizzando le nuove macchine negli uffici e nelle aziende il lavoro di routine degli elaboratori di testi verrà eseguito con maggiore esattezza, rapidità e a costi più bassi.

Esigenze di qualificazione

Di conseguenza, le strutture dei posti di lavoro e le esigenze di qualificazione cambieranno in modo radicale. I rischi sociali sovrastano con imponenza i vantaggi economici. In nessun caso si deve attendere che vantaggi e svantaggi si equilibrino sulla bilancia. Si deve temere di più che le qualificazioni tradizionali vengano annullate e che i posti di lavoro scompaiano come neve al sole. Secondo alcune valutazioni esistono dei rapporti da uno a cinque tra la costituzione di un nuovo posto di lavoro grazie alla microelettronica e l'annullamento di cinque posti di lavoro di professioni tradizionali. Inoltre, deve essere considerata la polarizzazione delle richieste di lavoro: entro un determinato volume il numero dei posti di lavoro aumenterà e si avrà una sempre maggiore richiesta.

L'accresciuta tecnologia porterà a una riduzione numerica dei posti di lavoro per i quali sia prevista una minore qualificazione rispetto alla media dei lavoratori. Malgrado ciò si è consapevoli che la mancata applicazione di nuove tecnologie, in ogni caso determinerà una perdita di posti di lavoro.

Però, aggiungono sempre gli esperti, anche se volessimo non potremmo arrestare il progresso tecnologico di cui si è fatta promotrice l'elettronica importata dagli Stati Uniti e grazie alla quale alcuni paesi come il Giappone si sono affermati con successo. Il processo è ormai inarrestabile.

Concorrenza internazionale

Chi crede inoltre di poter ignorare le dimensioni della concorrenza internazionale sarà senza dubbio sopraffatto e messo fuori

gioco. Per quanto riguarda i posti di lavoro alcune indagini svolte in vari paesi rivelano che quelli annullati dalle nuove tecnologie sono in prevalenza i più poveri di contenuto professionale. Per la massima parte, sarebbero, quindi, gli stessi che dovrebbero essere eliminati perché considerati monotoni e pesanti, spesso nocivi o completamente sfasati rispetto al ritmo biologico giornaliero dell'uomo.

Tra le occupazioni destinate a scomparire nel breve termine, vi sono quelle che necessitano di operai specializzati come attrezzisti, meccanici fini, tornitori, fresatori, operatori di macchine. In queste professioni non si hanno quasi più istruttori.

Cambia anche la macchina da cucire

Nel settore delle costruzioni delle telescriventi i tempi complessivi di produzione si sono ridotti di circa i due terzi, mentre il lavoro effettivo è diminuito di circa il 50%. Tale effetto-risparmio è evidenziato in modo particolare dall'esempio del trasmettitore di dati memorizzati in uso sino ad oggi. Nella macchina da cucire elettronica i mini-componenti hanno soppiantato circa 300 componenti meccanici singoli.

Questo chip non può essere prodotto facilmente in un'unica azienda; deve essere acquistato dall'esterno. Con il suo ingresso nell'industria produttrice di telescriventi le operazioni automatiche e i passaggi manuali, relativamente pochi, sostituiscono le migliaia di lavorazioni un tempo necessarie nella produzione e nell'assemblaggio. Il controllo finale delle telescriventi viene eseguito automaticamente da elaboratori elettronici. La trasformazione tecnologica trova una sua caratterizzazione — sempre nella produzione di telescriventi — nella diminuzione delle lavorazioni dei metalli — come la tranciatura, la fresatura, la trapanatura, la tornitura, la trafilatura e la saldatura. La stessa realizzazione dei circuiti integrati, che in precedenza comportava un faticoso lavoro di collegamento dei sottilissimi terminali eseguito spesso utilizzando un microscopio, è oggi completamente automatizzata.

Alcuni lavori sono in aumento

Se molte professioni scompaiono altre invece sono in aumento. Succede per i collaudatori, gli elettrotecnici, gli analisti e gli ingegneri. Come è dimostrato anche nel settore degli apparecchi telefonici derivati (o secondari) controllati da un microprocessore, attualmente la percentuale di tecnici e ingegneri impiegati è passata dal 10 al 30 per cento. Contemporaneamente però nello stesso ambito si registra una diminuzione degli operai specializzati intorno al 35%. La percentuale dei laureati è aumentata dal 20 al 35%. Tuttavia in altri settori delle telecomunicazioni le vecchie aree di qualificazione sono rimaste grosso modo invariate. Oggi però le telescriventi elettroniche offrono maggiori prestazioni rispetto a quelle meccaniche.

Carl Lorenz negli anni '20 costruì la prima telescrivente prodotta poi in serie e la Germania effettuò in tutto il mondo consegne di questo nuovo mezzo di telecomunicazione che convertiva un impulso elettrico in movimento meccanico. Con le nuove tecnologie non ci sono più in movimento molti costosi meccanismi; dei sistemi elettronici con circuiti integrati di basso costo hanno preso il loro posto.

Un aiuto all'economia

Nel campo degli elettrodomestici la microelettronica può aiutare l'economia frenando la recessione grazie all'immissione in commercio di macchine da lavare e da cucire gestite da un programma. In esse il microcomputer, mediante una selezione del programma di lavaggio, della temperatura dell'acqua e della durata del ciclo di lavaggio, oppure selezionando il tipo di punto per il cucito, ecc. controlla il risultato qualitativamente ottimale, sempre con l'effetto collaterale di risparmio di tempo ed energia.

Quando fra non molto le condizioni di luce e di temperatura dell'ambiente saranno regolate automaticamente si avrà un risparmio di corrente e di altri tipi di energia. Il computer domestico con tutte le sue molteplici possibilità ci aiuterà nella routine quotidiana

entusiasmandoci come un hobby.

L'automobile, attualmente al primo posto per gli spostamenti quotidiani, attraverso il computer consentirà il risparmio di carburante e una notevole riduzione del tasso di inquinamento ambientale. Ma sarà anche più sicura grazie all'abbinamento con il radar di distanza e con i diversi sistemi di controllo. I micro consentono la memorizzazione di dati a un costo modesto e ciò può facilitare decisioni rapide e concrete negli ospedali, nelle aziende, nelle intendenze di finanza, nella polizia e nel campo scientifico.

Robot industriali

Li chiamano freddamente i «robot industriali» o gli «automi azionati»; sarcasticamente gli «infaticabili» e «i banditi con un solo braccio», oppure, quasi diplomaticamente «Robby». Come sempre succede, anch'essi sono stati bersagli di epiteti. Si tratta di marchingegni che dovrebbero alleviare l'uomo dai «lavori di corvée» («Robot» in cecoslovacco significa pressappoco lavoro pesante).

I Robby liberano dal rumore, dal calore, dalla polvere e dal vapore, come pure dai lavori ripetitivi o monotoni. Impilano e trasportano carichi pesanti senza danni per la loro «colonna vertebrale»; lavorano senza interruzione anche laddove il lavoro umano non può essere effettuato. Visti così, risolvono alcuni problemi, ma ne creano dei nuovi. Con il loro impiego si svuoteranno le fabbriche e inoltre i lavoratori che rimarranno saranno costretti ad adeguarsi al ritmo degli «infaticabili». Il Robby, alla FIAT o alla Volkswagen riceve il segnale «Limousine», oppure «Variant» e quindi stabilisce tutte le posizioni di punti di saldatura che gli sono stati «comandati» in modo esatto e preciso. Per ogni punto di saldatura gli sono necessari solo 0,8 secondi. Inoltre, nel caso in cui non vi sia alcun flusso di corrente dagli elettrodi, rimane immobile e fa scattare l'allarme. Nel caso di errore provvede immediatamente grazie alla possibilità che gli è offerta dell'autodiagnosi.

Nella fonderia della Volkswagen, fino a qualche anno fa vi era nell'area di finitura del bagno di raffreddamento un operaio. Il suo compito era quello di prendere dalla catena di montaggio le scoc-

che ancora calde e passarle al laminatoio. Ogni scocca pesava circa 15 kg. Per ogni turno di produzione dovevano essere sollevate circa 18 tonnellate di acciaio: un pezzo veniva spostato e quindi gli altri scaricati e posti in obliquo.

Tutto questo oggi viene eseguito da un Robby. Alla sera al Robby non fa male la schiena, anche se non è solo in grado di eseguire lavori di questo tipo e cioè, semplici e monotoni. Un altro Robby prende le scocche lavorate dalla catena di montaggio e le ammucchia in una cassa. Quando arriva una scocca che ha bisogno di ulteriori lavorazioni la mette da parte. La scocca successiva giunge al posto giusto con precisione, senza spazi o intervalli. I primi Robby erano ancora rigidi e imperfetti. Oggi ne sono impiegati già 40 tipi diversi che lavorano con una tolleranza di ± 1 mm. e possono essere memorizzati per un numero di programmi fino a 16 contemporaneamente.

Il contributo dell'uomo

In futuro vi saranno altri 70 Robby. Con il loro numero aumentano anche le loro possibilità di impiego. Già oggi la «strada» è rappresentata dalla produzione di assali posteriori quasi senza il contributo dell'uomo. Dove in precedenza due uomini trasportavano gli assali da una macchina all'altra, oggi vi è uno di questi automi. Passa gli assali dalla macchina sulla catena di montaggio. Un paio di operai si trovano ai lavori di finitura e un altro paio al controllo. Questi sono i lavori che ancor oggi vengono eseguiti dagli operai. Ecco quindi un altro robot che sistema gli assali pronti, sulle casse, per il nastro trasportatore. È quasi in grado di «pensare»: impila gli assali su tre posti diversi, in due casse, una volta a destra e una a sinistra. Il lavoratore si può dimenticare che dietro l'«Arena» è pronto un carrello elettrico che carica la cassa; il Robby fa una pausa fino a quando non c'è una cassa vuota di nuovo. Nel reparto presse è stato installato un robot-lineare con un solo arto e due braccia mobili. Con uno toglie un pezzo dalla pressa e con l'altro ne mette sotto uno nuovo. Una rotazione di 180 gradi e solo dopo alcuni secondi il ciclo incomincia da capo, senza interruzione.

Il sistema di azionamento della Volkswagen è costruito sul principio del kit di montaggio, grazie al quale sono possibili dispositivi programmabili in 7 posizioni. Una fase di stampaggio più semplice significa che contemporaneamente possono essere eseguiti sette diversi movimenti. Un Robby è quindi in grado di eseguire in modo completo anche i più complicati cicli di movimentazione, spruzzando infine il primo strato di vernice di protezione.

Non sbaglia direzione e spruzza la giusta quantità di vernice come è stata dosata per i copriruota. Talvolta rimane qualche goccia qua e là. Per sistemare il tutto è sufficiente una rapida passata di pennello e qui è necessario l'intervento dell'uomo.

Nuovi progetti di ricerca

Già oggi è intuibile che i robot industriali aumenteranno vorticosamente. Questo è dovuto al prezzo che nel frattempo si è notevolmente ridotto, alle possibilità infinite di impiego e alla loro facile programmabilità, che non richiede né ingegneri, né specialisti. Un dispositivo gestisce i singoli punti; azionando un pulsante, poi, questo punto viene memorizzato. Il ciclo memorizzato viene inserito e può essere richiamato a piacere. L'esempio del Robby è solo uno dei tanti. Gli «automi per applicazioni industriali» vengono utilizzati in altri stabilimenti per la costruzione di automobili e di macchine, negli stabilimenti dell'industria elettrica e nei settori della meccanica fine. Le possibilità di impiego aumentano in continuazione.

Un intenso sviluppo dei robot industriali è ora sostenuto finanziariamente dal governo francese e da quello della Repubblica Federale Tedesca. È quindi più che mai urgente esaminare gli effetti della robotica sull'economia globale. In qualche caso, in futuro, sarà stabilito il ciclo produttivo in base alle funzioni eseguibili da parte dei robot industriali che risolveranno problemi di difficile soluzione nonché problemi di condizioni di lavoro inumane (monotone, ripetitive, in tempi ridotti). Inoltre, gli «infaticabili robot» potrebbero essere occupati ininterrottamente e questo, sicuramente, eserciterebbe un'influenza determinante sui costi-profitti.

Capitolo quinto

Successi per le aziende

Non sempre gli imprenditori di grandi aziende vedono proprio nei microprocessori e nei microcomputer quello che si dice un «deus ex machina» capace di raddrizzare ogni situazione. Nonostante qualche perplessità essi tuttavia si accalorano parlando di metodi di produzione, di strutture organizzative e di qualcosa di assolutamente nuovo che improvvisamente schiuderà loro orizzonti insospettati di redditività.

In ogni caso è certo che «il processo di degrado» in atto in alcune produzioni può essere arrestato grazie alla microelettronica. Chi conosce perfettamente la nuova tecnologia nelle diverse applicazioni possiede la chiave per il successo della sua azienda. L'evoluzione prodotta dalla microelettronica ha già introdotto in modo ormai stabile un buon numero di processi produttivi nell'industria per la produzione di telescriventi, orologi e sportelli automatizzati, come abbiamo appena raccontato. Di conseguenza quello che sta succedendo nelle industrie elettrotecniche dimostrerà che molte aziende potranno raddoppiare il loro fatturato senza dover necessariamente aumentare il numero dei dipendenti. Naturalmente, anche altre forze trarranno dei vantaggi da questo enorme incremento della produttività, ma la parte del leone toccherà alla microelettronica.

La conversione sarà pressoché totale: dagli impianti telefonici secondari fino ai sistemi di trasmissione negli uffici postali, dalla locomotiva elettrica alle innumerevoli unità di telecomunicazione.

L'elettronica influenza la vita

Con orgoglio oggi si sostiene che l'elettronica come nessun'altra tecnologia ha prodotto un'influenza positiva nella vita dell'uomo: illuminazione, riscaldamento e raffreddamento, telecomunicazioni, telefoni, televisione e i numerosi motori a propulsione senza i quali sarebbe inimmaginabile il traffico terrestre, via mare ed aereo, e inoltre una sempre maggiore accessibilità al largo pubblico delle attrezzature elettroniche per il loro costo sempre più basso.

Gli scienziati, i tecnici e i commercianti nel frattempo controllano due importanti fattori. Devono mettere un freno ai costi che crescono pericolosamente e al tempo stesso devono prevenire la mancanza che si va profilando di energia primaria e di materie prime. Dato che i microscopici componenti costano poco e risparmiano energia e materie prime, molte aziende fanno dei progetti all'insegna dello slogan «il microprocessore fa tutto di nuovo!».

I micro produrranno ulteriori e innumerevoli tecniche di produzione. La loro inarrestabile ascesa appare evidente dai miliardi di fatturato annuo che già i chip registrano. La consapevolezza nella quale si compiacciono coloro che promuovono tali innovazioni culmina nel raffronto con le calcolatrici tascabili e da tavolo, delle quali ne sono state vendute centinaia di milioni di pezzi in pochi anni. Queste calcolatrici, all'inizio della loro apparizione utilizzavano più di 1000 transistor e diodi per eseguire le quattro operazioni fondamentali e costavano più di 500 mila lire. Oggi, un unico circuito integrato comprende le stesse funzioni di commutazione e di memoria e una normale calcolatrice da tavolo, che esegue logaritmi, calcoli esponenziali e trigonometrici con possibilità di memorizzare i dati, costa meno di 25 mila lire.

Va in soffitta la catena di montaggio

A causa del miglioramento qualitativo di cui abbiamo parlato, la previsione più azzardata non può discostarsi di molto dal fatto che nel 2000 il lavoro alla catena di montaggio sarà superato. In ogni caso, sono disponibili per attuare ciò le funzioni della «intelligenza

artificiale» in grado di trasformare lo stress procurato da pochi, rapidi e monotoni movimenti in un'organizzazione del lavoro quanto mai razionale.

Quando nel 1913 la Ford Motor Company fece il primo esperimento di produzione con il nastro trasportatore — e quindi si ebbe un tale aumento della produzione che le automobili poterono diventare un bene di consumo — prese avvio in grande stile l'era dell'automazione.

Le apparecchiature «intelligenti» potrebbero avviare una ripartizione del lavoro nelle squadre in modo da offrire più libertà e quindi rafforzare la motivazione dei lavoratori.

Seppure sia superfluo ricordarlo, la tecnica del nastro trasportatore ha contribuito anche a elevare il nostro tenore di vita. Ora si dice invece che quando il nastro trasportatore verrà eliminato le fabbriche saranno sempre più vuote.

Una domanda inquietante

Rimane quindi l'inquietante domanda: con che cosa si guadagneranno da vivere quelli che un tempo lavoravano alla catena di montaggio? La società offre loro un numero di professioni sufficienti e soprattutto più creative? La risposta dipende da quanto tempo sarà necessario perché nelle fabbriche non necessitino più molti uomini.

Il processo è inevitabile e diventerebbe pericoloso economicamente gestire i processi produttivi secondo vecchi schemi tecnici. I robot industriali, che si muovono così goffamente, seppure con molta abilità, sono l'espressione tangibile del trionfo dei micro. Se pensiamo a quello che fanno e che non è visibile siamo pieni di stupore soprattutto per quanto riguarda il governo, il controllo e la misurazione di processi produttivi di tutti i tipi: meccanici, idraulici, elettrici o elettromeccanici.

Gli elaboratori e le unità di controllo di processo flessibili sono ormai penetrati in tutto il mondo industriale. In essi sono integrate informazioni ed istruzioni che possono essere gestite con i microcomputer capaci di eseguire diversi lavori oppure raccogliere infor-

mazioni che l'uomo non può convertire in azioni in modo tanto rapido e preciso.

Nel frattempo, esistono in commercio microcomputer delle dimensioni di pochi centimetri le cui prestazioni equivalgono a quelle di elaboratori di processo molto più grandi.

Alla tendenza del «sempre più piccolo, sempre meno caro, sempre più rapido» corrispondono successi economico-operativi: lavorazioni più rapide, più uniformi, meno costose, migliore qualità dei risultati ed eliminazione dei lavori monotoni e faticosi.

Infinite possibilità

Se si volesse descrivere qualche esempio sulle infinite possibilità che si schiudono davanti agli elaboratori e alle unità di controllo non sarebbe sufficiente un capitolo di questo libro. Esse vanno dalla conduzione e supervisione completamente automatizzate di una centrale elettrica o di un laminatoio sino al controllo dei consumi energetici oppure di una sola macchina. Scegliamo un paio di esempi tipici, che documentano quanto sia fenomenale il componente logico.

Nelle acciaierie i microcomputer controllano, regolano e misurano già oltre 100 funzioni, quali la temperatura degli altiforni, la portata del flusso continuo dell'acciaio, la quantità di acqua fredda, la qualità e i profili che devono essere selezionati. I microprocessori con l'aiuto di un solo tecnico gestiscono ora imbottigliatrici che in precedenza erano azionate da sette operai. Con l'aiuto di una unità automatica di prova, l'operatore esegue dei controlli.

Anche nella fabbricazione del pane succede la stessa cosa. Cinque fornai e quattro aiutanti generici possono essere sostituiti da un microcomputer. Con l'aiuto dei sensori la macchina regola la lavorazione della pasta, il suo grado di morbidezza o la temperatura e l'umidità necessarie durante la fase di essiccazione. Nel reparto confezionamento vengono utilizzati gli elaboratori per controllare gli apparati destinati al taglio e questi sostituiscono di conseguenza gli operai che vi erano precedentemente impiegati.

Robot per automobili

Il percorso di saldatura di una fabbrica di automobili, gestito elettronicamente, esplica un maggior numero di funzioni, rispetto al passato, pur usando sempre la stessa grande superficie di appoggio. Senza l'elaboratore di processo si sarebbero dovuti costruire nuovi percorsi e quindi assumere altri operai e impiegati. Il nuovo percorso di saldatura è stato realizzato quasi senza specialisti e in ogni caso è possibile adattarlo con la massima rapidità ai nuovi modelli di auto.

Un'azienda italiana ha già fatto un passo ancora più avanti. Un impianto di saldatura governato da un computer realizza in modo completamente automatico la scocca dei diversi tipi di una serie e di altri modelli analoghi. I faticosi lavori di saldatura sono quasi completamente affidati ai robot.

Un percorso automatizzato con la robotica è meno costoso di un altro investimento: in questo modo 100 persone tra saldatori e operai generici, sòno in grado di fare l'intera produzione di un turno. I nuovi metodi di produzione riprodotti in serie possono essere messi in atto da 25 persone con un elevato livello di qualificazione. Il nuovo tipo di controllo sulla qualità del colore dei televisori comprende in un'unica soluzione otto posizioni di prova. La prova non dura più di 4 minuti come prima, ma solo 21 secondi. Il montaggio di un'altra parte del televisore che un tempo richiedeva circa 4 ore, oggi richiede solo 50 minuti. Le macchine utensili controllate da un micro hanno eliminato l'operazione di rettifica, faticosa e dispendiosa in termini di tempo, hanno incrementato il livello di produttività del 30%, non hanno bisogno di programmazione e riducono al minimo il livello di scarto.

Una macchina utensile in genere può essere gestita con la facilità di una calcolatrice tascabile, schiacciando solamente un pulsante, mentre in precedenza un operaio doveva continuamente togliere il pezzo lavorato e quindi rimettere in macchina quello da lavorare. L'incremento produttivo è enorme: quantità raddoppiata e scarto inferiore.

Minore spreco di materie prime

Le macchine elettroniche consentono ogni anno risparmi notevoli perché l'elaboratore di processo riduce al minimo il margine di taglio e quindi si realizza un minor spreco di materia prima costosa. Questo elaboratore di processo fa parte di un piccolo elaboratore che è dotato anche di un sistema per eseguire degli ordini, la contabilità, la programmazione delle consegne e la fatturazione.

Nell'industria automobilistica, i robot industriali non sostituiscono solo l'uomo in lavori «sporchi», possono anche eliminare impieghi meno pesanti come avviene per la tecnologia della plastica. Sono già in azione infatti i robot della terza generazione, che non si limitano soltanto a sollevare il materiale o ad elaborare i dati di un pezzo per la lavorazione, ma esplorano pure le fasi della produzione durante il loro svolgimento.

L'elaborazione dei dati, il cui costo si è notevolmente ridotto, ha reso possibile progetti e disegni eseguiti dal computer in modo più preciso e rapido rispetto a quelli realizzati da un solo ingegnere.

Gli stessi laboratori «computerizzati» si sono radicalmente trasformati. All'inizio degli anni '70 i laboratori si presentavano ancora come ambienti tradizionali dotati di apparecchiature per sperimentazioni chimico-fisiche. Oggi, invece, nei laboratori vi sono solo delle scrivanie e dei video collegati con un grosso computer in un centro elaborazione dati per mezzo di una linea di trasmissione. Gli ingegneri lavorano alla console dotata di schermo, utilizzando programmi di commutazione e di progettazione. Tra l'altro diversi operatori della «classica» elettrotecnica e tecnica delle telecomunicazioni sono passati a lavorare nel campo della programmazione del computer.

Durante la fase di sviluppo della progettazione vengono simulati cicli di funzionamento automatico dei nuovi apparati e si realizzano le nuove apparecchiature necessarie alla costruzione e alla produzione. Sensori che rilevano la temperatura e il livello di umidità o la densità di luce, trasmettono al microcomputer i valori per l'elaborazione.

Dialogando con l'elaboratore si possono studiare, memorizzare, modificare e completare, a piacere, rappresentazioni grafiche. Un

sistema dotato di una «penna» riconosce i caratteri di dialogo e con esso è possibile rappresentare e modificare punti, linee, cerchi, testi e simboli.

La promessa di nuove materie prime

I metodi di produzione moderni mantengono efficienti le aziende. I protagonisti della nuova tecnologia elettronica non si stancano di prospettare un eccezionale futuro affollato di calcolatori tascabili ed elaboratori domestici e propongono elenchi interminabili di novità: cinepresa elettronica, apparecchi fotografici elettronici, fotocopiatrici, minicomputer e computer con sistema di scrittura, macchine per distribuire denaro e biglietti viaggio, attrezzature mediche, video-giochi, giocattoli, calcolatori di cassa, orologi, bilance, telefoni, macchine per cucire, forni a micro onde, teleobiettivi, metri pieghevoli, automi da gioco, computer didattici e molti altri ancora.

Nessun dubbio: queste creazioni sono destinate ad aumentare e ad essere perfezionate. A questo proposito la calcolatrice tascabile può essere considerata un brillante esempio.

Il livello di produzione mondiale dell'elettronica sarà così composto nelle voci principali: il 40% per l'elettronica di consumo, il 25% per le telecomunicazioni ed il 15% per l'elettronica industriale.

Quattro linee d'azione

Nel campo dell'elettronica è solo l'industria dei televisori che per prima ha perseguito una strategia per il futuro con quattro linee d'azione.

Primo: i componenti elettronici aiutano ad abbattere i costi ed a far presa su ogni strato sociale di acquirenti.

Secondo: i prezzi vengono mantenuti o aumentati; d'altro canto, grazie alle realizzazioni dell'elettronica saranno migliorati e perfezionati i televisori di tutti i tipi, i telecomandi, i regolatori di luminosità, di volume, i temporizzatori, i dispositivi di programmabili-

tà, di ripartizione dell'immagine, di commutazione automatica sino al bloccaggio per impedire l'accesso ad alcuni programmi da parte dei bambini.

Terzo: i registratori video e i giradischi laser costituiscono l'ultima fase, quella più avanzata del mercato. Tuttavia il giallo che si è perso, oppure la registrazione di un'opera su disco e visualizzabile su video non sono sufficienti per motivare la spesa ancora rilevante. La novità sensazionale, i programmi televisivi registrati su disco, non hanno ancora successo nonostante la roboante campagna pubblicitaria: i dischi sono difficilmente reperibili e costano molto.

Il quarto punto strategico è il più importante, la televisione via cavo e il videotel devono assicurare la vendita della successiva generazione migliorata di apparecchi.

Elettronica per il tempo libero e per la casa

Negli altri settori dell'elettronica per il «tempo libero» a tutt'oggi è mancata la novità predominante. La radio, il telefono, il registratore su nastro e l'autoradio saranno migliorati e resi più accessibili grazie alla microelettronica. È tipica la radio da un chip nel quale un unico componente ad elevata integrazione esegue tutte le funzioni. Gli elettrodomestici finora non hanno subito alcuna rivoluzione particolare.

Entro breve tempo forni, lavatrici, essiccatoi, aspirapolvere, lavastoviglie potranno essere modernizzati al pari delle macchine da cucire «intelligenti». Molto di quello che fino ad oggi veniva eseguito in base a delle sensazioni, ora è demandato a un componente logico che provvede alla temporizzazione e alla dosatura rigorosamente precisa di caldo e freddo. Il computer cuocerà la carne perfettamente, renderà più morbidi i dolci, preparerà lo stufato con le verdure, farà trovare le bevande fresche al punto giusto oppure laverà meglio la biancheria.

Cineprese e macchine fotografiche hanno già superato il loro apprendistato elettronico: misurazione e regolazione della luce, tempi di esposizione, controllo della messa a fuoco, controllo del meccanismo e dell'obiettivo, sono ormai del tutto comuni.

Due principi fondamentali

Va detto che il flash, l'esposimetro e il variatore di luce per l'ingranditore traggono profitto da due principi fondamentali: la produzione meno costosa e la facilità di utilizzo maggiore. Se nelle macchine fotografiche del futuro sarà utilizzata ancora la pellicola è una domanda che non ha niente a che vedere con l'elettronica. Le piccole televisioni elettroniche indicano una pericolosa tendenza per l'industria fotografica. Film e anche fotografie senza pellicola creeranno seri problemi. La cinepresa elettronica domestica, che potrebbe essere collegata al televisore, provocherebbe considerevoli guai all'industria cinematografica. Il nastro magnetico elettronico può fermare i film che immediatamente dopo la ripresa possono essere visti con uno speciale apparecchio.

I nostri scienziati sembrano aspettare con impazienza il momento in cui i micro si saranno introdotti anche nell'ultimo prodotto elettromeccanico. Allora si apriranno orizzonti e applicazioni finora insospettate. La nostra generazione è già abituata ai viaggi in tutto il mondo, alla televisione tridimensionale e al video telefono, oppure al computer che parla. Chi non vorrebbe farsi fare le scarpe o la camicia su misura e poi pagare solo il prezzo della confezione. Come può accadere, vi chiederete. I venditori prendono la misura elettronicamente e si collegano al terminale di cassa dell'azienda che prepara taglie speciali, naturalmente nei colori e nei modelli desiderati che saranno poi prodotti direttamente.

Nuovi modelli didattici

Chi non vorrebbe suonare il piano o poter suonare l'organo senza andare per almeno un anno a prendere lezioni? I componenti logici renderanno indiscutibilmente più semplice l'apprendimento.

Anche il suono del piano potrà essere simulato con toni suggestivi. Quale maestro non vorrebbe sostenere che riesce a mantenere nella sua classe di scolari quell'attenzione necessaria per apprendere? L'elettronica renderà possibile modelli didattici che potranno essere utilizzati con studenti mediocri.

Gli occhiali elettronici per i ciechi e i dispositivi per udire per i sordi non sono più un'utopia. Con l'aiuto di sensori vengono stimolati determinati nervi che consentono un limitato uso della vista. Le protesi elettroniche sono degli elettrodi piantati nel cervello che consentono di sollecitare le facoltà visive e auditive. I microprocessori trasmettono quindi un'immagine o una tonalità.

La serratura della porta gestita con la microelettronica o la camera blindata senza chiave che reagisce solo a determinate voci — e che con le stesse voci concitate (per un'aggressione) si blocca e non si può aprire — non sono che alcune delle 30.000 preziose possibilità di applicazione che i micro offrono.

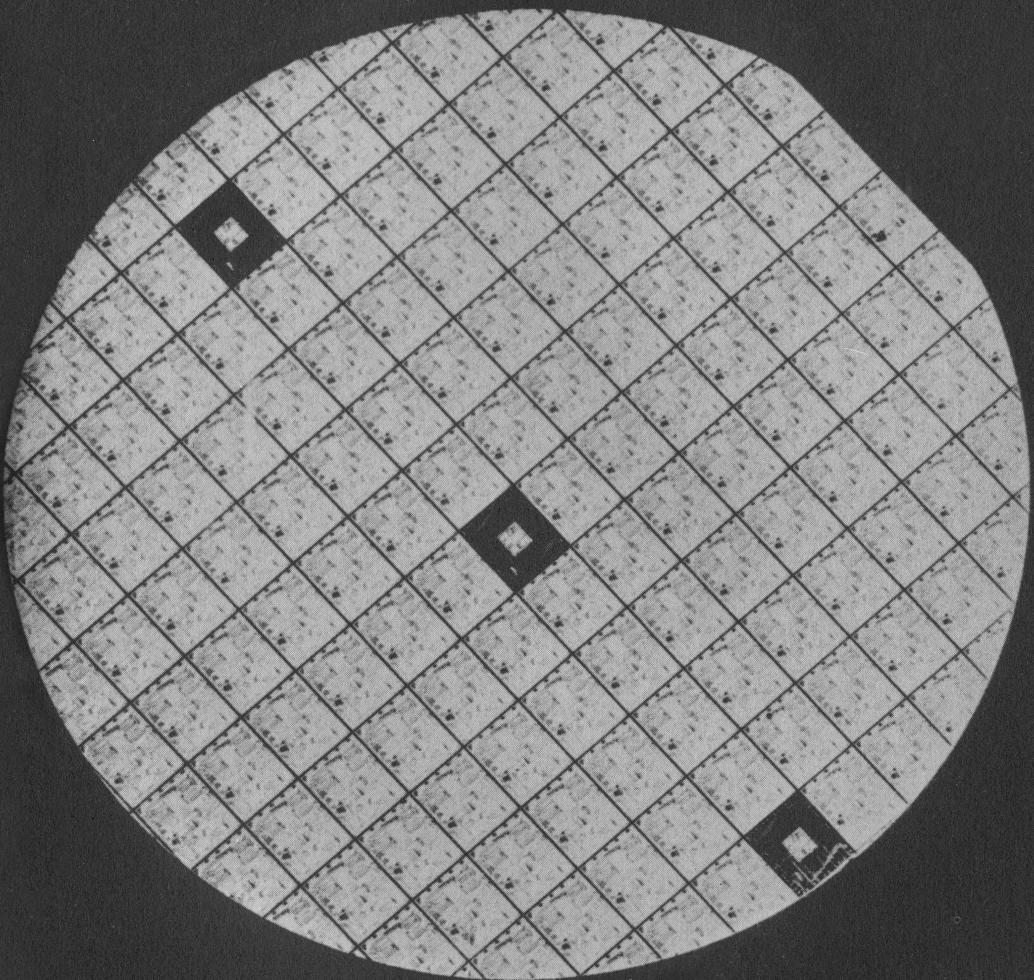
L'elemento di cui sono fatti i dispositivi a semiconduttore è nella maggior parte dei casi silicio ma può essere anche germanio e, in questi ultimi tempi, arseniuro di gallio. Solo dopo che è stato purificato e ha assunto la sua struttura cristallina, il silicio può essere utilizzato per fare dispositivi a semiconduttore. Il silicio cristallino si presenta in lingotti con diametro di $8 \div 10$ cm dai quali verranno affettate centinaia di piastrine (wafer); da ciascun wafer verrà ricavato un gran numero di chip. Questi ultimi costituiranno la parte attiva dei dispositivi a semiconduttore sia in forma discreta che integrata. Nella fotografia si vedono wafer pronti per essere introdotti in un forno di diffusione. Il processo di diffusione è un sistema per immettere nel silicio puro cariche elettriche mobili positive (lacune) o negative (elettroni).

(*Foto: Valvo, Amburgo*)

LOADER CONTROL
PHILIPS
LOADER CONTROL
Vend system
PHILIPS

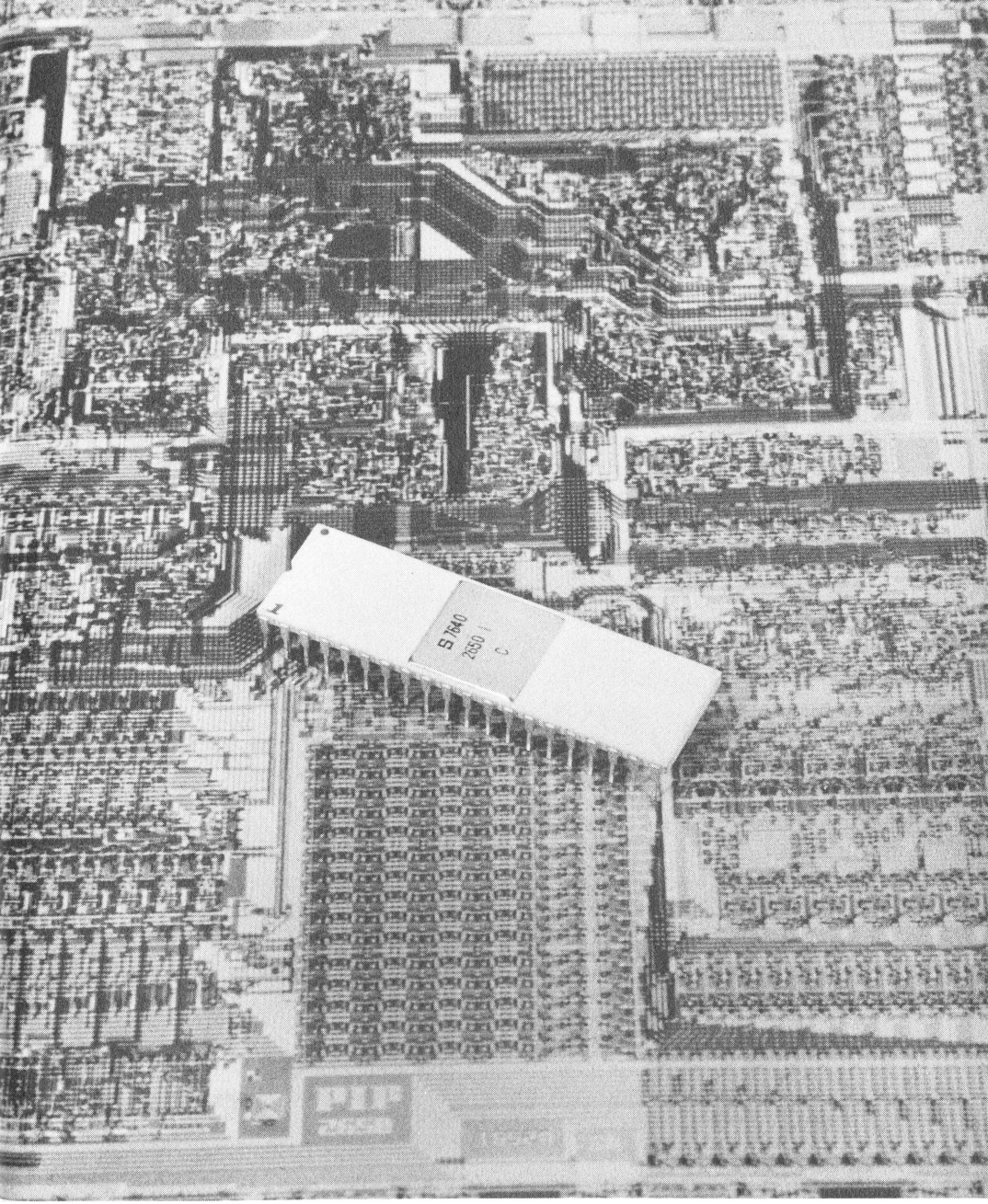
Wafer ricavato da un lingotto di silicio monocristallino. Su questo wafer sono state già formate più di 300 unità (chip) contenenti ciascuna decine di migliaia di circuiti elettrici. In questo caso, ciascun chip contiene tutti i circuiti richiesti per effettuare le funzioni caratteristiche di un microprocessore che è l'unità di elaborazione di un microcomputer.

(*Foto: Mullard, Londra*)

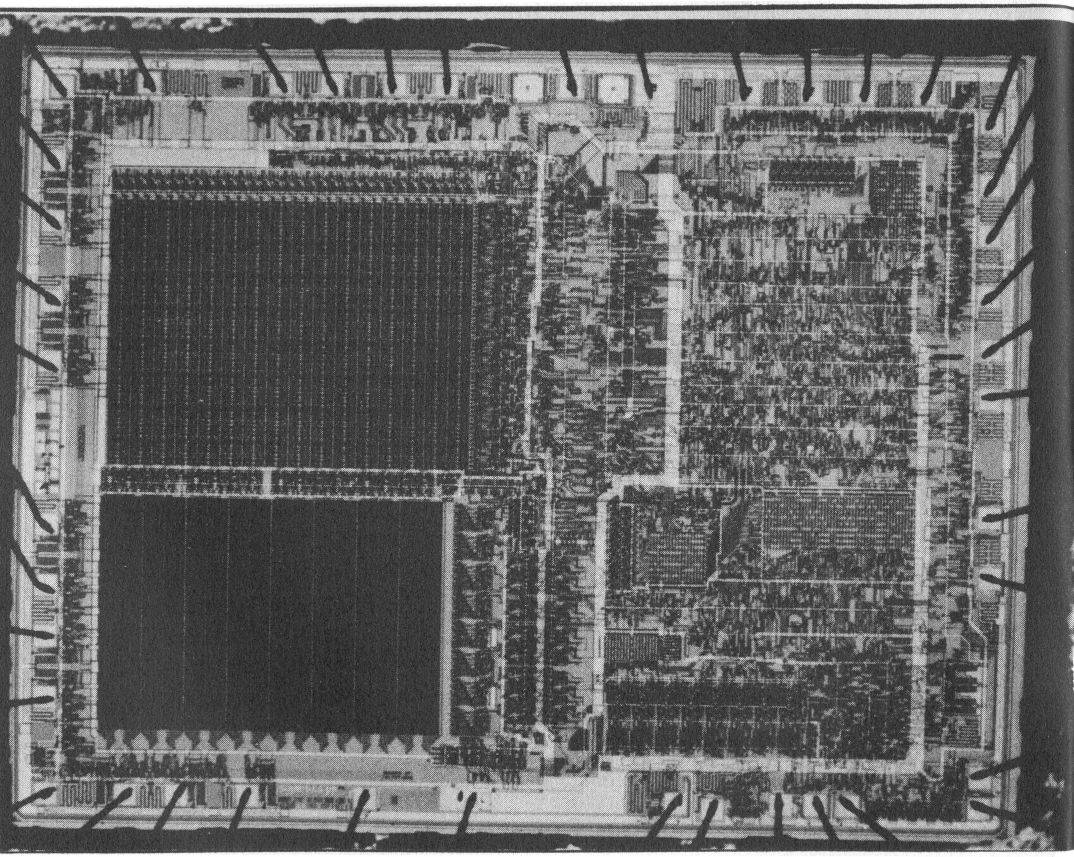


Chip singolo ingrandito di un microprocessore. Sopra la fotografia del chip si può vedere il contenitore nel quale è stato sigillato il chip di un normale microprocessore. I 40 terminali (piedini) servono a collegare il microprocessore alle altre unità del sistema di elaborazione delle informazioni; il microprocessore infatti, nonostante sia il cervello di un sistema di elaborazione di dati, ha bisogno di memorie per la memorizzazione dei dati e dei programmi, di unità di ingresso per l'immissione dei dati nel sistema, e di unità di uscita per comunicare all'operatore i risultati delle sue elaborazioni.

(*Foto: Signetics, USA*)

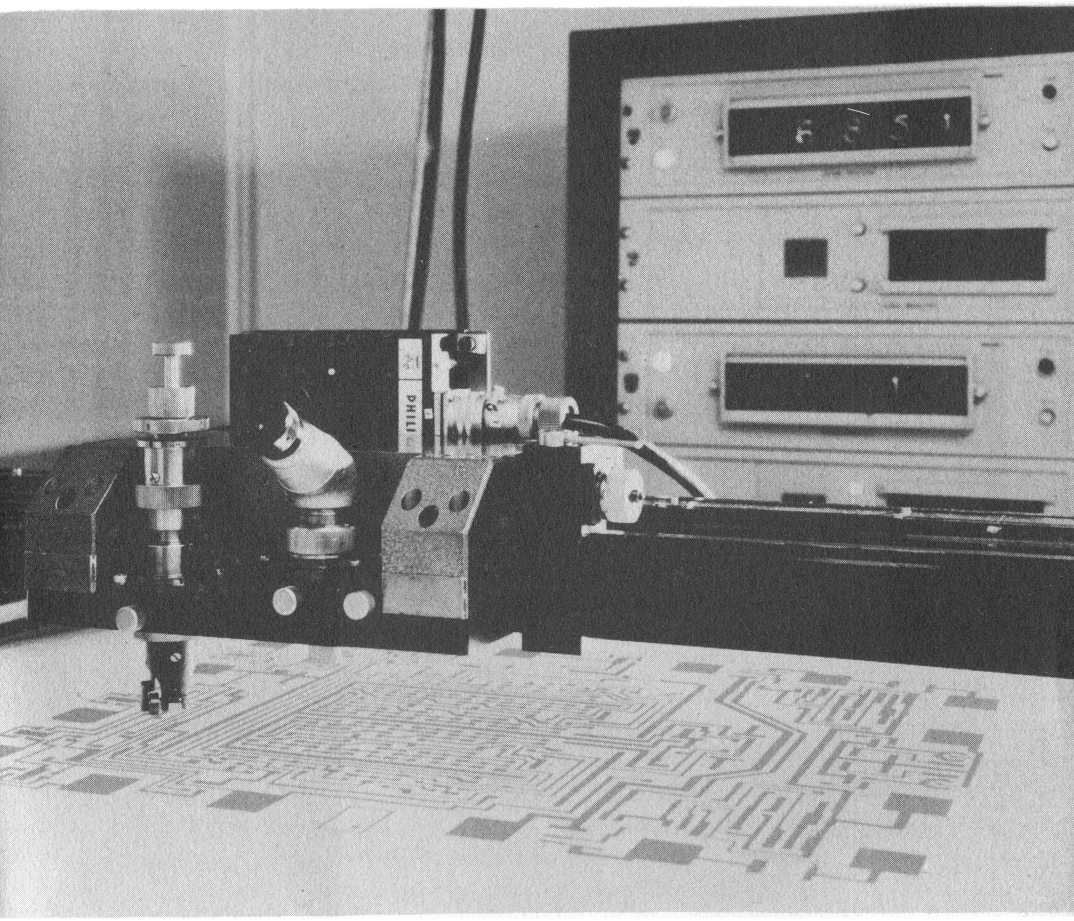

1
S T840
2650 1
C
PIP

Chip di un microcomputer. Questo chip contiene molti più circuiti di un chip di un microprocessore. Infatti, oltre a contenere i circuiti richiesti per effettuare le funzioni di controllo e per le operazioni aritmetico-logiche presenti in un microprocessore, incorpora anche la memoria di programma e dei dati da elaborare.
(*Foto: Philips, Eindhoven*)



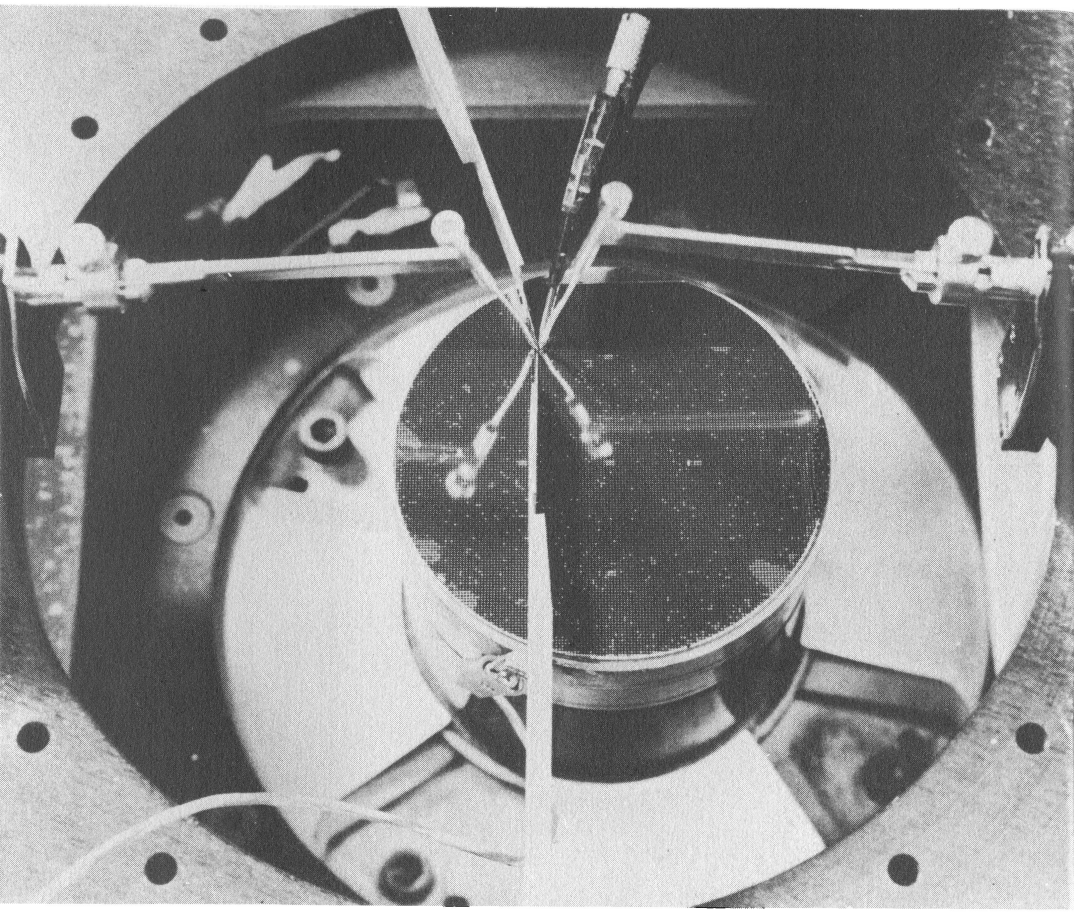
I circuiti elettrici che dovranno essere formati nel chip di un circuito integrato vengono disegnati e controllati da questa apparecchiatura. Il disegno completo di tutti i circuiti (master) verrà trasferito, estremamente rimpicciolito, mediante processi fotolitografici, sulla piastrina di silicio che costituirà il chip del circuito integrato finito.

(*Foto: Valvo, Amburgo*)



Questa apparecchiatura serve a controllare le caratteristiche elettriche del chip quando ancora esso fa parte del wafer. I puntini bianchi sono chip difettosi e pertanto scartati.

(*Foto: Mullard, Londra*)



Con queste apparecchiature si controlla se le operazioni di saldatura dei collegamenti del chip sono state eseguite correttamente. Dopo questo controllo, il chip viene incapsulato nel suo contenitore ed è pronto per essere utilizzato.

(*Foto: Philips, Eindhoven*)

I chip funzionanti in modo corretto vengono estratti dal wafer e muniti di fili per il collegamento con i circuiti esterni. Questi fili sono d'oro e collegano le piccole «piazzuole» che si trovano intorno al chip con i terminali del contenitore. Quest'operazione viene effettuata in condizioni atmosferiche controllate e in ambienti nei quali è stata eliminata qualsiasi traccia di pulviscolo atmosferico.

(*Foto: Signetics, USA*)

Capitolo sesto

Lo sviluppo dei beni di consumo

Lo sviluppo veramente enorme dei nuovi beni di consumo di massa e dei moderni investimenti in grande scala trae la sua forza dal sistema socioeconomico nel quale vanno applicati. Tre dei seguenti centri di forza lo attivano e un quarto, la difesa, lo coltiva.

• Il computer di bordo sulle auto, che garantisce una maggior sicurezza del traffico e un minor affollamento, resta privo di significato senza le corrispondenti infrastrutture sulla strada. Lo stesso vale per il traffico su rotaia più veloce e sicuro.

• Nell'era delle telecomunicazioni, dei computer domestici, degli uffici senza carte e dei telefoni mobili, il salto di qualità presuppone l'eliminazione delle pastoie statali. La trasmissione televisiva delle informazioni scritte, il miglior impiego del telefono oppure lo scambio istantaneo di informazioni commerciali possono essere attuati solo mediante apparecchi «intelligenti», che però non troveranno un mercato senza l'acquisizione del sistema da parte dello Stato.

Sempre nel campo delle telecomunicazioni, occorre un radicale ammodernamento della tecnologia delle informazioni. Le reti finora separate come la televisione, il telefono, la trasmissione dati, debbono essere riunite e più tardi, con l'aiuto delle nuove reti di cavi e dei sistemi centrali di elaborazione, fuse su scala nazionale o addirittura mondiale, per mezzo dei satelliti.

Barriere amministrative

Questi sistemi aprono mercati con possibilità di giri d'affari per molti miliardi. Una torta gigante in dollari, marchi, yen, franchi, sterline, lire, corone, franchi svizzeri..., dalla quale ditte di tutto il mondo avranno la possibilità di tagliarsi una fetta. Una cosa debbono certamente sapere i politici: la nazione dotata delle apparecchiature più moderne guiderà la corsa delle vendite, ma sarà in grado di esportare solo se riuscirà a vendere anche in patria. Tuttavia i politici raramente sanno cosa debbono fare per indurre al movimento la schiera dei parlamentari conservatori, e per spazzare via in fretta le barriere amministrative.

In molti campi siamo già, dal punto di vista della tecnica dei sistemi, a poco prima dell'ora zero, come indicano i successi in alcune nazioni. E non sono soltanto le potenti imprese multinazionali e le stabili piccole società degli USA che impensieriscono i dirigenti. Ditte di piccole nazioni industrializzate spuntano grossi contratti in settori molto specializzati. I ricchi stati produttori di petrolio si dotano, per esempio, di moderni sistemi d'informazione prendendo, naturalmente, il meglio del meglio. Risulta anche del tutto chiaro che, sotto l'imposizione dei microelaboratori, vengono poste in dubbio, se non addirittura escluse, gerarchie consolidate dal sistema sociale.

Ciò non dovrebbe destare meraviglia: saranno proprio i cervelli al silicio che potranno far fronte con rapidità a questi problemi. Sarebbe la più peregrina di tutte le idee soffocare sul nascere il processo innovativo, sperando nel contempo in una utopistica prosperità.

Si diffonde la telematica

In economia politica le preghiere non servono: i nuovi strumenti devono essere velocemente adottati. La parola d'ordine è «telematica». Per alcuni si tratta di una parola stimolante, per altri di una speranza dietro la quale stanno innumerevoli miliardi di affari. Resta assodato che un bel giorno il teleschermo dovrà divenire perno

e cardine di ogni casa e di ogni ufficio; il telefono e le reti di trasmissione dovranno essere modernizzati e a poco a poco agganciati al teleschermo per formare un'unità di comunicazione. Le sole domande sono: quando? Non potrebbe essere già troppo tardi?

Sul *come* ha indagato, per esempio, una commissione di esperti insediata dal governo tedesco, il cui limite di pianificazione è stato fissato nell'anno 2000. I tecnici non sono così allarmati come si sospetta, pur difettando di una visione globale. Coloro che agiranno negli anni '80 e '90 avranno presenti le difficoltà degli anni '70; questo naturalmente con l'inespresso proposito di guardarsi dal funesto gioco del pareggio finanziario, con il quale un gruppo agisce esclusivamente in base ai costi dell'altro senza pensare al miglioramento delle condizioni di vita e allo sviluppo.

Studi internazionali sull'argomento hanno stabilito che molti esperti non sono ancora al corrente di quanto spetta al futuro della tecnica. Perciò ora spiegheremo ciò che con l'andar del tempo sembrerà più che normale. È da notare che gran parte di questi argomenti sono già in fase di allestimento come progetti pilota.

Che cos'è il videotel

Il videotel, trasmissione di testi via cavo, viene diffuso dalla stazione televisiva e riprodotto da un normale televisore. Tutte le notizie potranno essere irradiate per iscritto giorno e notte senza prima doverle stampare su un giornale. Questo non vale solo per le notizie politiche, i risultati sportivi, i listini di borsa e le previsioni del tempo ma anche per i programmi dei cinema e dei teatri, le notizie sul traffico, i consigli di cucina e di acquisto, i servizi di emergenza, i suggerimenti per il tempo libero, per le notizie speciali che interessano gruppi di utenza selezionati, e per pubblicità specializzata. Ogni utente televisivo può scegliere i fatti e le novità che lo interessano in base al loro codice, leggerli alla sua normale velocità, proprio come se sfogliasse in pace un giornale. In Inghilterra vengono utilizzati in via sperimentale i vantaggi del teletesto (*viewdata*): si sceglie per telefono una banca di dati, si richiedono mediante tastiera le informazioni necessarie, leggendo le risposte su

un monitor televisivo tramite un'apparecchiatura di interfaccia con la linea telefonica.

Il giornale televisivo

Il prossimo passo potrebbe essere il *giornale televisivo* e la *selezione di informazioni speciali*. Il quotidiano continuerebbe a essere stampato, ma in edizione ridotta, mentre la maggior parte degli abbonati potrebbe leggere le varie pagine con composizione *semplificata*, sul teleschermo. Il vantaggio del giornale stampato, di essere trasportabile e leggibile ovunque non potrà essere garantito dal giornale televisivo. Potrebbero piuttosto aver successo delle pubblicazioni speciali riferite alle notizie TV. Già ora è utilizzabile il cosiddetto giornale in *fac-simile*, che viene trasmesso elettronicamente e ricevuto dall'utente come copia su un rullo di carta. Ora la domanda a cui è difficile rispondere, riguarda il prezzo: il giornale trasmesso a domicilio per via elettronica, potrà diventare più economico del giornale stampato?

Probabilmente, con l'aiuto del televisore e del telefono, diverranno abituali i colloqui con gli elaboratori di dati e di informazioni, che saranno pronti a fornire una quantità di servizi per la casa e l'ufficio. Per esempio, tra le tante possibilità ci saranno quelle di «interrogare» gli uffici statistici governativi, il catasto, il casellario delle informazioni del traffico, gli uffici sanitari, gli uffici delle imposte, le assicurazioni sociali e così via. Il futuro della comunicazione di massa non sarà solo quello di fornire informazioni alla popolazione, ma questa sarà in grado di informarsi in modo più consapevole di quanto avvenga sinora.

La valanga di informazioni che aggrava, piuttosto che facilitare, il compito di chi vuol essere aggiornato, diverrà più accessibile. Delle ricerche hanno dimostrato che non c'è informazione che abbia una probabilità di esser recepita maggiore di quella orientata sull'interesse personale.

Il televisore via cavo

Le frequenze di trasmissione per la radio e la televisione sono poche, per cui una cosiddetta rete di cavi a larga banda dovrebbe contribuire alla soluzione del problema. In questo modo ci sarebbe la possibilità di aumentare il numero di programmi nazionali, ma soprattutto quelli locali e regionali. La TV via cavo non è solo in grado di aumentare il consumo di televisione ma anche di favorire l'uso di videotesti speciali. Già da tempo sarebbe tecnicamente possibile rendere accessibili le reti dei paesi confinanti, oppure l'insegnamento televisivo completo di interrogazioni. Si potrebbero trasmettere informazioni particolari destinate a singoli quartieri urbani e suburbani, riguardanti iniziative locali di scarso o nessun interesse per gli altri utenti. La possibilità più interessante, e forse anche la più spettacolare, riguarda il fatto che gli spettatori televisivi potrebbero smettere di essere semplicemente dei consumatori passivi, ma potrebbero disporre di un *canale di replica* per mettersi direttamente in contatto con la rete televisiva che trasmette il programma. Negli USA è consueto partecipare direttamente da casa alle trasmissioni di quiz e contribuire alla stesura dei programmi. Si tratta di una partecipazione via cavo!

Il sistema può essere utilizzato per l'amministrazione a livello dei cittadini o per la manifestazione decentrata della volontà popolare. Verrebbe ampliata in modo considerevole l'autonomia personale con il moltiplicarsi delle occasioni di votazione nella vita sociale, politica ed economica. Potrebbe aumentare il numero di programmi di formazione e aggiornamento culturale a disposizione del pubblico. I satelliti TV non sarebbero più, come adesso, dei semplici *ripetitori* ma anche dei veri e propri *trasmettitori* in grado di trasferire programmi su tutta la Terra. Naturalmente non dovrebbe trattarsi di informazioni molto specializzate.

Il telefono con video

Il videotesto e la televisione via cavo conferiscono al telefono, o meglio, al collegamento con la rete telefonica e al televisore, un

grande significato. È infatti tecnicamente possibile accoppiare il telefono e il televisore in modo da rendere reciprocamente visibili gli interlocutori. Il videotelefono richiederebbe, nel caso si dovessero provvedere tutti gli utenti di un tale collegamento, investimenti dell'ordine di parecchie centinaia di miliardi di lire. In compenso se la rete fosse ammodernata, le ditte e le amministrazioni pubbliche, che volessero porre un freno agli spostamenti del personale lo potrebbero fare organizzando conferenze fonotelevisive.

La posta elettronica

Il trasporto dei miliardi di corrispondenza inviate annualmente avviene in modo piuttosto complicato e quindi viene a costare troppo alle imprese e alle amministrazioni pubbliche. Già adesso sono a disposizione le telescriventi elettroniche e le apparecchiature elettroniche per fac-simile.

La posta elettronica, che in pratica è una combinazione di queste due opportunità, diventa di anno in anno più interessante per l'economia industriale e pubblica, man mano che aumentano i costi del servizio postale. Un primo passo innovativo potrebbe essere la trasmissione elettronica del contenuto delle lettere tra le ditte e tra i vari uffici postali. La trasmissione dovrebbe comunque avvenire tramite la rete telegrafica.

Nell'economia domestica, la posta elettronica comincerà a diventare interessante quando sarà più economica e veloce di adesso, sia che funzioni con l'apposito apparecchio collegato al telefono oppure per mezzo del televisore. Gli effetti socioeconomici sono da considerare positivi nei tempi lunghi: impiego più economico della forza-lavoro, meno passaggio di carte e minor spreco di energia, processi decisionali semplificati nell'economia e nell'amministrazione pubblica.

Per la posta elettronica, come per tutte le nuove forme di telecomunicazione, vale la regola di lasciar fiorire tutte le iniziative, ma sarebbe troppo costoso sprecarsi ad aiutare tutti i sistemi a svilupparsi. Sorgono quindi tre domande, che ne sottintendono molte altre: si possono favorire contemporaneamente la televisione via ca-

vo ed il teletesto? Ha senso promuovere la trasmissione elettronica della posta via telefono o via televisione? I testi trasmessi via telefono, video o cavo è meglio siano ricevuti su un terminale separato piuttosto che sul televisore, e questa seconda soluzione potrebbe causare dei preconcetti contrari alla trasmissione della posta via telefono?

Investimenti su larga scala

Il mondo telematizzato nella casa e negli uffici richiederebbe a lungo andare la mobilitazione di investimenti giganteschi, e assicurerebbe o creerebbe centinaia di migliaia di posti di lavoro. Il merito della proliferazione di queste apparecchiature elettroniche, potrebbe essere lo sviluppo di centinaia di brevetti di base. Naturalmente risulteranno superati i posti di lavoro tradizionali, le vecchie qualifiche e strutture industriali. Nel frattempo si comprende immediatamente che le nazioni avanzate non possono rifiutarsi di applicare concetti di investimento su vasta scala. I calcolatori tascabili, i giochi televisivi, i forni a microonde, gli apparecchi medicali e simili, costituiscono degli stimolanti del sistema economico. Ma solo dei sistemi ultramoderni hanno la possibilità di innescare un nuovo processo di sviluppo.

L'idea, per esempio, di memorizzare il contenuto di una grossa guida del telefono in un apparecchietto della grandezza di un calcolatore da tasca non appare irrealizzabile in futuro. Le guide telefoniche di tre grandi città hanno all'incirca il volume di un piccolo televisore portatile. Poiché ogni anno migliaia di migliaia di tonnellate di carta devono essere stampate sprecando prezioso legno, non sarebbe male pensare che ogni abbonato al telefono potesse ricevere invece ogni anno un piccolissimo chip di silicio, materiale che la natura ci mette a disposizione in quantità illimitata.

Un telefono in tasca

Dato che siamo in argomento di telefono e di calcolatore tascabile, si potrebbe anche pensare che quest'ultimo possa alloggiare

un telefono mobile che permetta di effettuare conversazioni in qualsiasi momento e da qualunque luogo. Tecnicamente non c'è ora nessun ostacolo alla produzione di trasmettitori e ricevitori in formato tascabile. Dal punto di vista amministrativo il problema è più grave: lo Stato dovrebbe incaricare le poste, che detengono il monopolio di questo tipo di impianti affinché installino le necessarie infrastrutture. Ci potranno essere contestazioni circa l'effettiva necessità; dunque l'investimento è costoso e anche sospetto. Ci sarebbe anche la possibilità, impiegando il microelaboratore con qualche aggiunta, di portare a buon mercato la televisione dentro l'automobile. Si spera però che ciò non avvenga, perché la bella novità finirebbe sicuramente per nuocere al traffico.

Elettronico anche il telefono

È chiaro come il sole: i produttori di questi microcomputer vendono meglio all'estero quando hanno successo in patria. Quale nazione investirebbe molti miliardi in centrali nucleari se nello Stato cui appartiene il venditore non se ne fosse potuta costruire nemmeno una? Nel campo delle telecomunicazioni avviene pressappoco lo stesso. Quando l'infrastruttura a carico del sistema statale viene autorizzata con eccessivo ritardo, i concorrenti sul mercato internazionale risultano favoriti. Prendiamo, per esempio, il ritardo nell'uso della selezione telefonica elettronica, che dovrebbe sostituire i vecchi telefoni elettromeccanici.

In casi come questi, la nostalgia è veramente uno sbaglio poiché, già da mezzo secolo non ci sono servizi nuovi, tranne l'aumento della velocità e della diffusione degli apparecchi. Al contrario, i logoranti tentativi di effettuare una chiamata nelle ore di punta, i numeri sbagliati e la rabbia sempre crescente per i numeri trovati occupati, logorano il portafoglio e i nervi.

Il sistema di selezione elettronica potrebbe costituire un rimedio; esso, per ora, è impiegato soltanto in alcuni uffici postali d'avanguardia. Le prestazioni si possono così riassumere: il sistema di selezione automatica è dotato di tasti nominativi che memorizzano i numeri di uso più frequente, tali numeri potranno venir chiamati

con la semplice pressione di un pulsante o persino automaticamente ad ore o intervalli prestabiliti. Chi, per un certo periodo, non volesse essere disturbato da chiamate telefoniche, potrebbe farle bloccare da un calcolatore centrale che in seguito provvederebbe a dare avviso.

Sfortunatamente, il progresso porta sempre con sé delle pesanti ipoteche, che fanno il gioco delle forze conservatrici. Quando si potrebbe fare a meno della famosa centralinista, ora impiegata solo nel servizio informazioni e nel servizio sveglia, prevale il concetto del pieno impiego. In tempi di crescente disoccupazione ogni forma di razionalizzazione incontra delle comprensibili resistenze. Nel caso delle centrali telefoniche elettroniche, il risparmio del personale addetto sarebbe dell'80%. Il medesimo destino viene condiviso dal 50% del personale tecnico addetto alla produzione dei sistemi di selezione elettromeccanica.

Un fiume di soldi

I nuovi mercati di miliardi che si aprono in tutto il mondo agiscono da stimolatori congiunturali. Il triangolo di investimenti composto da telefono, televisore ed elaboratore, suscita una domanda massiccia, che mai avrebbe potuto essere attivata da un piano di riduzione delle imposte. Solo nella Repubblica Federale Tedesca, ad esempio, esistono 20 milioni di telefoni e sono installati 30 milioni di televisori. La cifra investita nei computer assomma già oggi a 16 mila miliardi di lire. Queste enormi somme avrebbero potuto dar da vivere a centinaia di migliaia di operai e impiegati. Il tenore di vita avrebbe potuto elevarsi. Cosa potrebbe succedere di preciso se si spingessero ancora gli investimenti e i consumi in questo triangolo?

Telefono-televisore-elaboratore: la fusione di queste tre componenti in un sistema di informazione ottimizzato, attiverebbe per forza estesi investimenti, che sarebbero i primi a garantire in molti casi il collegamento stretto ed economicamente efficace delle apparecchiature. Già oggi la gigantesca estensione delle nostre reti telefoniche, televisive e radiofoniche non è più sufficiente, e non di po-

co, ad assorbire il traffico della telecomunicazione totale degli anni '80 e '90.

Se ogni utente dovesse comunicare con ciascun altro utente a parole, per iscritto e mediante immagini, e poi mediante dati, dovrebbero essere utilizzati allo scopo i canali a larga banda con capacità maggiori rispetto a quelle dei canali telefonici.

Un'antenna per il satellite

I prossimi progressi nel campo della microelettronica, della trasmissione ottica delle informazioni, dei teleschermi piatti e della miniaturizzazione dei computer, potranno limitare il costo degli investimenti. La prima spinta innovativa si è già avuta grazie ai microprocessori: il telefono intelligente, la trasmissione dei facsimile, il teletesto o le raffinate prestazioni extra dei televisori sarebbero stati, con i vecchi sistemi elettronici, talmente complicati e costosi da non potere, nella maggior parte dei casi, esser presi nemmeno in considerazione. Qualcosa di simile vale per la televisione via cavo o per i satelliti per telecomunicazioni, che trasmettono decine di migliaia di conversazioni telefoniche e singole trasmissioni televisive. Presto, i satelliti televisivi e radiofonici saranno ovunque intorno al mondo, e i loro segnali potranno essere ricevuti da semplici stazioni riceventi dotate di antenna comunitaria collocata sul tetto del condominio.

Nella nostra epoca febbrile, i manager hanno la necessità di svolgere transazioni e ottenere informazioni commerciali molto velocemente. Risponde a questa necessità la «trasmissione a distanza dei dati», sia tramite telefono ed elaboratore sia via satellite. Le soluzioni nazionali nel campo delle comunicazioni sono intrinsecamente impossibili. Già da molto tempo gli USA sono di gran lunga più progrediti degli europei grazie ai loro satelliti. Una multinazionale gigantesca, con apparecchiature diffuse dappertutto, è in grado di far partire un suo proprio satellite. A chi ritenga che questi progressi siano effetto di necessità particolari, occorre far presente che l'uomo, ora tanto esigente, potrebbe anche fare a meno di molte comodità. A cosa ci servono i vestiti alla moda, le automobili

rigurgitanti di cromature, la televisione o il cinematografo? Ma la rinuncia al consumismo priverebbe molti del loro reddito.

In futuro, anzi, il consumatore normale vorrà disporre di sempre maggiore scelta, di informazioni più precise e di una maggior cultura. È inevitabile che egli si abbandoni sempre più al fascino della tecnica, basta che questo gli venga offerto a prezzi accessibili.

La voce corre sulla luce

I colossali sistemi a microcircuiti ci hanno fatto perdere il gusto dei pensieri utopistici; ma avete pensato che fra poco tempo migliaia di telefonate potranno passare attraverso una fibra di vetro sottile come un capello umano? Come funziona tutto ciò? I segnali luminosi vengono trasmessi in forma digitale con l'aiuto della luce laser.

I segnali verranno ricevuti da un convertitore optoelettrico (per esempio un fotodiodo). Di conseguenza la tecnica delle comunicazioni subirà gradualmente profonde modifiche. Centinaia di migliaia di telefonate, milioni di dati ed innumerevoli canali televisivi potranno trovar posto fra poco su un'unica fibra ottica. Dieci chili di rame vengono rimpiazzati da un grammo di vetro! La microelettronica e l'optoelettronica (che è una combinazione di sistemi ottici ed elettronici) facilitano e rendono più economiche le telecomunicazioni, la gestione del traffico, le diagnosi mediche e la difesa nazionale. E accanto a tutto questo c'è anche il risparmio di energia e di materie prime. Il groviglio dei cavetti di rame, dei grossi cavi telegrafici, e dei giganteschi cavi intercontinentali che avvolgono il mondo, si risolverà tutto in chip e fibra di vetro.

Il computer domestico

Fibre di vetro sottili come un capello, «cervelli» dalle dimensioni di qualche millimetro fatti di silicio, elaboratori grandi qualche centimetro con centinaia di migliaia di elementi funzionali, attivabili in frazioni di miliardesimo di secondo. L'universo interno al

mondo elettronico è quasi invisibile e appena comprensibile. Oggi il computer domestico viene spesso considerato un'entità trascurabile. Così facendo si sbaglia perché esso è in grado di fornire una nuova dimensione al rapporto triangolare telefono-televisore-elaboratore. Senza di esso è inimmaginabile la società informatica post-industriale.

Per gli americani, il computer domestico non è più un fenomeno magico e segreto, ma solo un moderno elettrodomestico con il quale si può organizzare meglio la vita quotidiana. Mentre gli europei si stanno abituando ai calcolatori tascabili, e i manager considerano i piccoli calcolatori a buon prezzo una cosa da usare e gettare, senza eccessivo impegno finanziario, come fossero degli abiti, gli *home computer* (computer domestico) sono sulla breccia sin dal 1977. Chiamiamo questo tipo di macchina «segretario», perché tale appellativo mette bene in evidenza le possibilità dell'oggetto. Esso è provvisto di speciali moduli elettronici nei quali sono memorizzati programmi attraverso i quali calcola le imposte riferendosi alle relative aliquote, compila la dichiarazione dei redditi, memorizza ricette di cucina, dà consigli per il menù, confrontando le scelte con le tabelle caloriche, addestra i figli all'aritmetica elementare, impartisce lezioni di lingue, funziona da segreteria telefonica, controlla, programma e regola la temperatura ambiente, l'illuminazione e gli apparecchi elettrodomestici (come forni e lavastoviglie), genera videogiochi, propone indovinelli, fa funzionare macchine per il caffè e il tè, serve da sveglia, scrive elenchi di acquisti, gestisce lo scadenziario, innaffia automaticamente il giardino o serve da antifurto.

Il segretario automatico potrebbe passare presto alla funzione di insegnante: grazie a lui sarà facile ai genitori spiegare i diversi programmi di studio, controllare i compiti a casa dei figli, dar loro ripetizioni e anche rinfrescare le proprie cognizioni scolastiche.

In prospettiva, il computer domestico potrebbe diventare il cardine della comunicazione con le banche. Le questioni finanziarie potrebbero essere regolate mediante un dialogo muto con il proprio conto corrente. La stampante annessa a questo segretario elettronico diverrà in breve uno strumento prezioso.

Non tutti i segretari elettronici sono attualmente impiegati al

massimo delle loro possibilità, perché bisogna prima adattare a loro l'ambiente domestico. Comunque le possibilità che offrono sono senza dubbio elevate, per cui gli esperti puntualizzano senza esitazioni che nella metà degli anni '80, la maggior parte dell'economia domestica americana sarà gestita dal computer domestico.

Informazioni senza fatica

L'uomo computerizzato degli anni '80 inserirà nel suo repertorio di frasi fatte, anche la seguente: «devo prima interpellare il mio computer». Si tratta del segnale precoce di un rinnovato salto di qualità che trae origine dall'intelligenza delle macchine. La tendenza costante degli uomini a usufruire facilmente del flusso di informazioni disponibile, senza doversi troppo affaticare, sarà facilmente soddisfatta, in quanto gli amplificatori d'intelligenza diverranno di anno in anno più piccoli e più a buon prezzo. I futurologi prevedono che un bel giorno i robot impareranno il linguaggio umano, imporranno in modo autonomo i protocolli dei convegni e articoleranno in modo comprensibile traduzioni da lingue estere. Finora abbiamo imparato a utilizzare i grandi elaboratori come dei divoratori di numeri. Ora cominciamo ad abituarci a loro ed a considerarli fornitori di informazioni relativamente semplici. Appena si saranno dimostrati capaci di funzionare come erogatori di sapienza, ne potremo godere, al di là della fantasia e della filosofia. Le «macchine più progredite del mondo» sono attualmente capaci di elaborare fino ad un milione di operazioni matematiche al secondo. Il miglioramento delle loro possibilità si esprime anche nello scarso spazio occupato.

Gli esperti dei computer stabiliscono però che non sarebbe stato possibile ai computer giganti raccogliere e rendere utilizzabile l'intero scibile umano, con le sole metodiche computeristiche della lingua e con le sole correlazioni logiche.

Negli USA, il dialogo via teleschermo con i centri informativi delle università e delle amministrazioni pubbliche è già un fatto reale. In Europa esistono circa un centinaio di semplici banche di dati a carattere economico, tecnico e scientifico, alle quali si può attinge-

re. Esiste per esempio a Strasburgo una banca di dati di carattere astronomico, nella quale sono memorizzate ed elaborate le caratteristiche misurate di ciascuna stella, come la luminosità, i movimenti propri, le caratteristiche spettroscopiche, eccetera. Questo permette di compilare dei cataloghi stellari, oppure di richiamare dal computer tutte le caratteristiche note di una stella, che altrimenti si dovrebbero mettere insieme con la laboriosa consultazione di numerosi testi. Quando si sente dire che vi sono memorizzati dati astronomici di 1,1 milioni di stelle, e i dati fotometrici di 170.000 stelle, si ha la rivelazione di quanto sia enorme il contributo che queste colossali «macchinette» possono dare alla comprensione di decine di migliaia di complicati settori della conoscenza.

Abbiamo detto in precedenza come il segreto dell'effetto semiconduttore, strappato alla natura, ponga in discussione il principio del nastro di montaggio, risparmiando materie prime ed energia. Ma quale contributo può dare nel diminuire l'insensato spreco di energie e di vite umane vittime delle strade? Si potrà limitare lo spreco di centinaia di milioni di tonnellate di benzina, e rendere nuovamente respirabile l'aria delle grandi città, appestata dagli scarichi? Si potrà verificare esattamente nei prossimi dieci anni, se la microelettronica potrà dare un contributo nel combattere questa metodica follia. Si può già da oggi prevedere che: le automobili diverranno più sicure, consumeranno meno e rispetteranno l'ambiente.

L'elettronica nel motore

Gli scienziati e i tecnici delle società automobilistiche, appoggiati dagli specialisti dei laboratori elettronici, cercano di trovare nuovi sistemi per migliorare il funzionamento delle auto. I traguardi dello sviluppo sono rivolti verso tre punti di forza: ELETTRONICA MOTORISTICA, ELETTRONICA DI SICUREZZA E TRASMISSIONE DATI nell'automobile. Il punto di forza principale è l'elettronica motoristica. Con l'aiuto dei micro e dei relativi circuiti periferici vengono combinate tra loro la formazione della miscela aria-benzina e l'accensione, in modo da diminuire il consumo della benzina e ridurre

nello stesso rapporto la percentuale di gas di scarico, perché il carburante viene bruciato più intensivamente. Tali sistemi indicano al conducente di quanti litri è il consumo ad una data velocità. I comandi elettronici si possono estendere anche al cambio.

Con l'elettronica di sicurezza si possono ottenere risultati di tre specie: ottimizzazione della frenatura, dove si comprende pure il freno antibloccante, un sistema di allarme toglie automaticamente il gas quando, a un dato istante, la distanza dal veicolo che precede si fa troppo piccola. Guasti incipienti alle trasmissioni, al motore e al cambio, oppure scarsa pressione dei pneumatici vengono indicati sul cruscotto, sul quale verranno anche segnalate le scadenze della manutenzione. Nelle vetture di lusso, il computer di bordo fornisce già oggi i dati sulla velocità media, il tempo previsto di arrivo e il fabbisogno di benzina a seconda della velocità.

Una rete di sicurezza

La trasmissione dei dati dall'esterno della vettura aumenta le probabilità di un viaggio più sicuro. Essa viene regolata dallo stesso computer di bordo, che sovrintende anche all'elettronica del motore e a quella di sicurezza. Come funziona questo sistema? Nel mantello stradale vengono incorporate le cosiddette strisce induttrici che, in modo automatico al passaggio della vettura, rilevano tutti i valori tecnicamente rilevanti del traffico sulla strada, li trasmettono ad apparecchiature a microprocessore sistemate sulla banchina e a loro volta li trasmettono a una centrale di direzione del traffico di competenza regionale. In quest'ultima dei poliziotti oppure un elaboratore decidono i consigli da dare circa la velocità o le eventuali deviazioni su percorsi alternativi. Tali consigli vengono ritrasmessi agli automobilisti di determinate zone di traffico. La rete di sicurezza degli anni '80 possiede già un nome: LISA (Leit und Informations system für Autofahrer = Sistema di assistenza ed informazione per automobilisti). Ci sono già in funzione anche dei programmi di prova. Anche in questo caso si apre un mercato di molti miliardi per investimenti nell'auto e nei campi affini. I progettisti e gli economisti aziendali, che calcolano il costo di

ognuno dei mille e mille componenti dell'automobile cercheranno le soluzioni più economiche. Si crede fermamente che i chip produrranno un ribasso nei prezzi di questi elementi elettronici. Si deve, per esempio, osservare che il groviglio dei cavi elettrici verrà eliminato dalle automobili e tutto risulterà concentrato in una piccola matassa.

Ferrovie più efficienti

Sono sempre i chip e i computer che aiutano a mettere insieme vecchi e nuovi ritrovati per risolvere i problemi in maniera ultramoderna anche per i treni. Stazioni ferroviarie per merci e persone, cabine di blocco, sistemi di trasporto dalla stazione alla strada, alla metropolitana e alle cabinovie, tutto sarà pilotato elettronicamente, e il funzionamento risulterà più preciso e più veloce.

Elettronica per la difesa

Difficilmente i microcircuiti permetteranno di tenere lontana la guerra. Anche nel caso della difesa nazionale valgono le ragioni economiche. Gli USA debbono il loro enorme progresso in questa supertecnologia ai viaggi spaziali e agli armamenti, un progresso che le industrie belliche americane difendono accanitamente. L'arsenale delle armi, degli aerei, dei sistemi di sorveglianza, dei satelliti e dei missili è gigantesco nonostante le innumerevoli trattative per il disarmo e gli stanziamenti riservati all'elettronica sono cospicui.

Capitolo settimo

Lettere senza carta

La lettera scritta dall'elaboratore è solo una tappa intermedia nella strada da percorrere verso l'ufficio «senza carta», verso la trasmissione elettronica delle lettere e l'archivio elettronico con «pratiche incorporate». Quello che fa impressione nel Vecchio Mondo come se si trattasse di fantascienza, nel Nuovo Mondo i risultati della tecnologia diventano presto popolari al vasto pubblico.

Negli Stati Uniti si stanno attivando per tutte le attività di lavoro i collegamenti completamente elettronici. Spariranno le macchine da scrivere, la casella della posta, lo scadenziario delle pratiche e i raccoglitori per l'archivio.

In uno studio americano dal titolo *L'ufficio del futuro* si possono leggere note lapidarie del tipo: «Nell'ambito dell'azienda l'ufficio è l'ultimo bastione che si oppone all'ondata di automatizzazione, passata come un ciclone sui settori della produzione e della contabilità. Dalla scoperta della macchina da scrivere, da cent'anni a questa parte, poco è cambiato. L'automatizzazione dell'ufficio è emersa improvvisamente come sistema completamente evoluto sotto il profilo tecnologico destinato a rivoluzionare il lavoro di routine. Ormai è indiscutibile che l'ufficio, nei prossimi vent'anni avrà un aspetto del tutto diverso. Cambierà nello stesso modo in cui gli aviogetti hanno rivoluzionato i viaggi ed in cui la televisione ha modificato la vita nelle famiglie. Le scrivanie saranno dotate di terminali mediante i quali, premendo un pulsante, sarà possibile ri-

chiamare dalla memoria e visualizzare sullo schermo diverse informazioni. Il 1990 si aprirà con la prosecuzione di quanto compiuto dall'informatica grazie al supporto più generale dell'elettronica.»

Attrezzature meno costose

Le attrezzature, un tempo costose e pesanti, grazie alla produzione in serie dei circuiti ad alta integrazione, sono diventate più piccole e meno costose, pur mantenendosi ancora su livelli tali da impedire una vera e propria trasformazione. È logico che deve arrivare il giorno in cui la curva dei costi e quella della redditività — da alcuni anni su valori alti — incomincerà a scendere. Scoppierà, quindi, come sempre, la classica scintilla iniziale che forzando vecchie strutture aprirà la strada a nuovi prodotti, nuovi sistemi e nuove forme di organizzazione.

La completa integrazione di tutti i terminali in una azienda oppure in una impresa, il loro collegamento con i sistemi elettronici di memorizzazione che trasformano molti cicli di lavoro, molti processi logici, molte abitudini di comunicazioni, andranno a colpire diversi aspetti della sfera intima individuale.

Inoltre, si profilerà un'altra barriera da superare, rappresentata dal coordinamento delle comunicazioni con i colleghi di lavoro. Non si esagera, né si minimizza quando si sostiene che «la rivoluzione in ufficio non sarà attuata a passo di carica, ma si compirà piuttosto a piccoli passi». La perseveranza degli uomini manterrà l'equilibrio delle forze nell'ambito della società. Poiché non vi è modo di liberarsi facilmente dalla vecchia situazione di inefficienza, si può azzardare un pronostico: nel 2000, al massimo, nei paesi industrializzati non rimarrà molto del vecchio ufficio. È chiaramente comprensibile quindi che le attrezzature e i sistemi si installeranno d'ora in poi con crescente intensità.

Riprodurre il pensiero

Un costruttore americano esprime questa perplessità: «Il nostro successo dipende da quanto noi siamo in grado di capire i lati dell'uomo e quindi di riprodurre nella loro completezza i processi lo-

gici che vengono attuati durante lo svolgimento del lavoro quotidiano. Se al sistema viene subordinato l'aspetto umano sul lungo termine ci accorgeremo di aver creato un'organizzazione irrazionale perché l'insoddisfazione che in tal modo verrà generata sarà maggiore della soddisfazione che si riceverà dal lavoro stesso».

Altri, affermano che la disuguaglianza tra gli individui e le barriere linguistiche e comportamentali tra l'uomo e la macchina condizionano i lunghi e complicati processi di adattamento e di assuefazione. Alla soluzione di questi problemi lavorano febbrilmente centinaia di aziende che operano su mercati di vendita sparsi in tutto il mondo e che tutti gli anni sborsano parecchi miliardi di dollari per la ricerca e lo sviluppo di prodotti dotati di una prospettiva futura. Gli spazi di commercializzazione per i venditori, grazie ai micro, sono stati certamente stimolati in un modo quasi impossibile da valutare: gli uomini non sono così adattabili come sembrano invece essere gli automatismi intelligenti.

L'origine tedesca del «word processing»

La moderna elaborazione dei testi è nata nella Repubblica Federale Tedesca. Ulrich Steinhilper è il padre di uno studio sul «word and text processing» avviato nel 1964 in modo più fortunato di quanto non fosse successo all'IBM per la macchina da scrivere Selectric con nastro magnetico. L'idea di base di Steinhilper venne poi notevolmente perfezionata negli Stati Uniti. Apparve così la prima generazione di *word processing*, ma furono i modelli della seconda generazione che registrarono un vero e proprio boom sull'impiego, diversamente da quanto era successo per la prima.

Sin dall'apparizione del *word processing*, il lavoro delle segretarie divenne più produttivo, poiché ogni lettera deve essere dattiloscritta una sola volta, in quanto le battute vengono registrate elettronicamente e quindi memorizzate su nastro per poter essere riprodotte rapidamente; in caso di correzioni o di modifiche di una parola o di una frase, questa potrà essere semplicemente sovrascritta.

Nel frattempo, il computer, collegato alla macchina da scrivere, è anche in grado di calcolare, fatturare, effettuare calcoli statistici,

memorizzare e ripetere brani del testo. Il «computer al posto di lavoro» ha già incominciato in qualche caso a sostituire la macchina da scrivere fissa. Propone per esempio un lungo testo pubblicitario diffuso attraverso i periodici: «i vostri collaboratori, se vogliono introdurre dei dati nell'elaboratore, possono dattiloscrivere come se stessero usando la macchina da scrivere, allo stesso modo possono richiamare i dati memorizzati, impostare una domanda e ricevere dal computer un'immediata risposta, visualizzata su uno schermo, oppure stampata su carta, anche se la tastiera ha solo un paio di tasti in più. Con i tasti-funzione possono essere impartiti all'elaboratore dei comandi; ad esempio, comandi per richiamare delle informazioni dalla memoria, per introdurre dei dati in memoria, per cancellarli o per correggerli nel caso fossero sbagliati, per lanciare un programma o per interromperlo durante la sua esecuzione».

Una piccola tastiera

«Oggi, queste operazioni possono essere eseguite da tutte le scrivanie — continua l'annuncio — poiché la tastiera del computer è così piccola e maneggevole che si adatta a ogni ambiente. In tal modo il vostro magazziniere avrà solo bisogno di premere alcuni tasti per sapere se le 500 filettatrici che mancano dal magazzino sono state vendute. Il personale delle vendite ha solo da premere due tasti per avere la situazione degli ordini.

«Allo stesso modo, la vostra contabile non ha che da muovere le dieci dita per registrare ordinatamente tutte le entrate dei pagamenti. Quindi, grazie alle funzioni svolte dal vostro elaboratore, vi sarà possibile conoscere quali sono i lavori di routine, quali pagamenti sono ancora in sospeso e quali clienti devono essere sollecitati. Questo significa che voi e i vostri collaboratori da oggi potrete, con il nostro modo di scrivere a macchina, sbrigarvela senza montagne di archivio, senza problemi di conti che non tornano oppure di schedari da sistemare».

Per tornare alla seconda generazione di macchine per *word processing*, queste vengono progettate già dotate di schermo sul quale

compare una pagina di testo. Il campo tasti viene separato dalla macchina automatica in modo da poter scrivere una pagina automaticamente mentre la dattilografa può iniziare con la pagina successiva, che compare con chiarezza e rapidità direttamente sullo schermo e che viene successivamente memorizzata su disco o su nastro premendo un bottone, con possibilità di stampa in autonomia sulla stampante. Tutte queste sequenze operative vengono gestite da un minicomputer.

La segretaria elettronica

Negli Stati Uniti, quando un manager, che disponga di diversi uffici, vuole vedere la posta o sentire chi lo ha cercato non chiama la sua segretaria, ma si rivolge sempre più frequentemente all'unità di *word processing* nella quale è inserito un codice. Sullo schermo del suo terminale compare un elenco della posta che gli è giunta, e che è stata memorizzata elettronicamente. Le lettere che lo interessano appaiono, come per magia, immediatamente sullo schermo. Dopo averle viste può sia memorizzarle direttamente in un archivio elettronico, oppure farle stampare dalla stampante. Quindi «chiama» la sua agenda ed egli stesso provvede a invitare i partecipanti a una riunione riservata con una frase standard codificata.

Il computer ha già memorizzati gli indirizzi dei destinatari, perciò le lettere di conferma vengono trasmesse contemporaneamente in automatico, mentre in agenda viene aggiornata la nuova data di riunione. Il manager detta le risposte alle lettere che gli sono giunte su una scheda magnetica, un meccanismo le trasferisce poi su computer il quale a sua volta provvede a farle stampare su carta. Non sarà più necessario avere in archivio una copia perché il computer memorizza il testo.

Nelle banche, nelle assicurazioni e nella gestione delle industrie, «la segretaria elettronica» ha già fatto il suo ingresso. Tecnicamente funziona in modo abbastanza semplice: le informazioni scorrono a velocità incredibile dalla memoria sullo schermo del terminale. Aggiornare il testo è facile: si aziona innanzitutto un'unità di controllo; sulla copia inserita in macchina il meccanismo di scrittu-

ra si muove cercando la frase da modificare oppure da aggiornare; se si preme il pulsante di cancellazione, la parola o la frase spariscono, mentre se si preme il tasto di correzione le parti da correggere vengono scritte di nuovo. Il telefono è, a sua volta, collegato con un elaboratore centrale — per la ricezione di dettati con una stazione di scrittura e per l'integrazione di tutte le attività del lavoro d'ufficio. Va da sé che il telefono si mette automaticamente in collegamento con le persone o i centri stabiliti all'ora programmata, sempre che sia dotato di un video per visualizzare le lettere dall'archivio.

Una lettera sullo schermo

Questo salto qualitativo ci dimostra come i computer di 20 anni fa non fossero in grado di soddisfare appieno le esigenze di informazione nell'ambito dell'azienda per non parlare delle altre più complicate necessità dei politici e degli scienziati. Informazioni rapide ed esaurienti semplificano la gestione dell'apparato statale al pari di quello aziendale. Gli specialisti di informatica, solo una generazione fa pensavano in termini di cifre e non di parole. Parlavano volentieri di una cultura degli elaboratori che in verità non esisteva.

Il passo successivo verso l'elaborazione totale dei testi si è avvicinato, presto nessuna lettera sarà più scritta su carta. Lettere «incorporee» saranno trasmesse via linea telefonica ai partner d'affari che possono riprodurle il giorno successivo sul proprio schermo. Il sistema integrato appena descritto provvede ad attivare flussi informativi più rapidi e a rendere più scorrevoli molte sequenze operative del lavoro e di conseguenza anche molte funzioni. Non ci saranno più quindi pratiche da archiviare, le statistiche saranno eseguite automaticamente, le comunicazioni tra i singoli dipendenti e i reparti di un'azienda avverranno in modo più immediato. Saranno sempre meno richieste segretarie, dattilografe, centraliniste, impiegati generici, archivisti e fattorini.

Aumentano i controlli

D'altro canto il progresso produttivo stimola in coloro che ne sono coinvolti anche creatività ed evoluzione del modo di pensare. L'esempio migliore a questo proposito è rappresentato dalla prima e seconda rivoluzione industriale o dall'esplosione dei prezzi del petrolio, che hanno, come conseguenza, costretto a sfruttare altre fonti naturali di energia, come quella solare. Le macchine intelligenti non programmano inconsapevolmente solo la decadenza di alcune professioni. Richiedono anche più assistenti, più addetti al controllo, più ingegneri e più collaboratori che abbiano «una notevole specializzazione» sui complicati sistemi che vengono realizzati. Guadagnano i collaboratori delle aziende che costruiscono impianti, perdono le aziende che producono macchine da scrivere, macchine da fatturare, cancelleria per ufficio e carta da lettere. Se il saldo politico-economico oppure socio-politico di queste modifiche nell'economia aziendale andrà in nero oppure in rosso è giudicabile sempre solo in modo provvisorio, in quanto è connesso a fattori contingenti come la riduzione dell'orario di lavoro, il rincaro e il libero commercio internazionale. Il profitto globale della società potrà essere valutato soltanto nei prossimi 10-20 anni. Solo allora potremo sapere se la monotonia della routine quotidiana sarà scomparsa e se si sarà conquistato più tempo libero per coltivare sul piano individuale lo studio e la fantasia, caratteristiche che rendono diverso il cervello umano da quello al silicio.

Quali saranno le conseguenze?

Il lavoro e la qualità della vita si condizionano l'un l'altro ed in tal modo lo svuotamento delle mansioni può essere l'inizio di un periodo migliore. Dipende dall'uso che ne verrà fatto. Non è certo che la qualità della vita risulti in tutti i casi migliore. Eppure lo stesso sviluppo della produttività porterà del bene a tutti quelli che nel tempo libero coltivano i loro hobby.

Informazioni più rapide

Il computer che memorizza tutti i tipi di conoscenza rende accessibili le informazioni necessarie in ogni momento e le recapita tele-

fonicamente ed elettronicamente a qualsiasi distanza sia necessario. Per esempio, gli studi legali americani, da quando è in funzione il computer «Lexis» di Dayton, nel quale sono memorizzate tutte le sentenze relative a corti federali americane e ai tribunali superiori negli Stati Uniti, possono accedere alle informazioni via terminale anche se dislocati a una distanza di migliaia di chilometri. Il collegamento con il Lexis viene attivato a mezzo telefono; quindi, quando il computer ha dichiarato la propria disponibilità a ricevere richieste via video, gli viene sottoposto con sufficiente dettaglio un problema di carattere giuridico mediante un terminale elettronico.

Alla fine della procedura, Lexis trasmette un giudizio secondo l'area di competenza. Tutto il «dialogo» è visibile su video e al tempo stesso può essere stampato su copia, naturalmente in modo automatico.

Un computer USA per le tasse

Un'applicazione ancora più semplice è rappresentata dal sistema di word processing della Marina statunitense che collega le 200 macchine da scrivere automatiche e i 150 dittafoni della sede centrale con le 78 stazioni remote degli uffici di reclutamento dislocate in tutto il paese. Il Dipartimento legale dell'Ufficio Federale per l'imposta sui redditi, grazie a una rete di questo tipo, ha collegato direttamente fra loro 30 unità remote.

Prima che venisse attuato tale impianto, i moduli raccolti all'esterno dovevano essere inviati a mezzo posta per l'autorizzazione a Washington. Gli uffici legali del fisco riuscivano sempre meno a rispettare i termini giudiziari previsti per l'elaborazione.

Ora i moduli vengono inoltrati direttamente all'amministrazione centrale via unità, il che significa che vengono memorizzati su nastro magnetico e contemporaneamente ne vengono fatti dei duplicati su carta. Un'altra applicazione «intelligente» è quella utilizzata da un'agenzia stampa specializzata in notizie a carattere economico, che ha reso accessibile la propria banca dati per notizie in generale, quotazioni di borsa e dati finanziari relativi a 7000 imprese. Chi desideri queste informazioni, utilizzando il proprio terminale,

compone uno speciale codice di settore e può richiedere alla banca dati quelle informazioni che gli interessano.

Altri due esempi provengono dalla Repubblica Federale Tedesca per un utilizzo a vantaggio della collettività: gli uffici di collocamento collegati mediante terminali possono ottimizzare assai meglio le risorse del mercato del lavoro che sono notevoli. E ancora, la centrale di entrata delle emittenti radio e televisive dovrebbe poter essere presto in grado di controllare e coordinare i numerosi programmi delle singole emittenti grazie alla loro parziale intercambiabilità.

Un terminale per il professore

L'accoppiamento in senso stretto delle attrezzature di trasmissione testi, del telefono e dell'elaboratore, purtroppo, ritardano i tempi di incremento della produttività, anche se vi sono dei segni che le condizioni di vita stanno modificandosi in modo evidente. Un esempio di quello che sta succedendo lo prendiamo dal resoconto di un professore americano:

«I terminali del nostro istituto universitario possono essere collegati a un minicomputer che a sua volta può essere collegato alla memoria di un elaboratore centrale. Dal momento che in università ci sono parecchi di questi terminali e alcuni colleghi dispongono di terminali video di tipo analogo a casa, questo sistema di comunicazione mi consente di svolgere una parte del mio lavoro a casa. Sovente inoltre comunichiamo tra noi utilizzando la posta elettronica. Personalmente, preferisco lavorare di notte e quindi posso trasmettere direttamente le mie missive ai colleghi che le ritrovano sul terminale al mattino successivo. Anche per i direttori questo è particolarmente utile perché sui loro schermi possono far comparire qualsiasi informazione. È come se ci si portasse appresso una casella postale. I terminali pesano poco meno di un chilogrammo e possono stare nella valigetta 24 ore sotto il sedile del treno». Negli Stati Uniti è in qualche caso già diventato ordinaria amministrazione quello che in Europa è invece solo agli inizi. Il mondo dei terminali sta entrando negli uffici della pubblica amministrazione,

nelle banche, nelle assicurazioni, nelle università e nella gestione delle aziende. L'elaborazione è invece ancora ai primordi nelle attività di mediazione, negli studi legali e negli uffici di informazione. Quello che è sorprendente inoltre è che i sistemi incominciano sempre più frequentemente a comunicare tra loro. Quanto più la trasmissione dei dati sarà integrata, tanto più intensamente le comunicazioni si svolgeranno a grandi distanze tra gli uomini e contemporaneamente tra gli uomini e le macchine e tra le macchine.

Nelle grandi aziende la vecchia burocrazia lentamente scompare. In rapida successione si vanno strutturando posti di lavoro in ufficio, completamente integrati che comprendono il word processing e il sistema di elaborazione per dati e linguaggi. Le aree, fino a oggi separate, della elaborazione dei dati e dei testi, del telefono e del telex, nonché della stampa e della fotocopiatura sono stati fusi insieme in una unità centrale che a sua volta è per buona parte governata da un elaboratore centralizzato.

Per questo negli USA al posto di vecchie professioni interessate dalla razionalizzazione ne sono sorte delle nuove: terminalista, operatore, programmatore di testi, organizzatore di sistemi.

Un'elaborazione centralizzata

Un'altra tendenza si dimostra significativa: l'elaborazione centralizzata e massiccia con i suoi colossali elaboratori viene già potenziata grazie a un sistema di elaborazione più decentralizzato e flessibile, più limitato e separato, mediante il quale consentire un'elaborazione più svelta di testi.

Uno studio ha dimostrato che nella grande industria il 30% delle attività d'ufficio possono essere ridotte entro degli schemi standard e il 25% sono automatizzabili. Nelle imprese medio-piccole il 45% di tutte le attività sono demandabili a procedure standard e il 25% automatizzabili, nella pubblica amministrazione addirittura i due valori diventano rispettivamente 72% e 38%!

Le macchine automatiche per il trattamento dei testi eseguono anche buona parte della dettatura e della battitura. Chi detta, cita solo dei numeri di codice di lettere standard con diverso contenuto.

Gli interi blocchi di testo vengono richiamati premendo un tasto. Aggiornamenti e aggiunte possono essere programmati rapidamente e agevolmente. L'intera serie di dati che si riferisce a lettere di routine e standard verrà scaricata automaticamente su carta. Una volta impartito il comando al sistema di word processing la segretaria può dedicarsi ad altri lavori.

Industrie gestite male

Alcune recenti indagini hanno dimostrato che le grandi industrie o altri giganti commerciali vengono talvolta gestiti in modo assai poco moderno. L'organizzazione delle direzioni in genere si dimostra di discreto livello o comunque facilmente migliorabile con un ricorso più intenso agli strumenti elettronici. Esternamente, invece, sono carenti i contatti con il singolo stabilimento, i collegamenti con le filiali di vendite e i rapporti con gli acquirenti. Può succedere quindi che i responsabili dell'alta direzione di un determinato settore alla fine di una giornata non sappiano quanto si sia prodotto di una certa gamma di articoli. Lo stesso dicasi anche per i responsabili di magazzino o del self-service, ai quali mancano nel modo più assoluto le informazioni necessarie. Spesso ciò che ricevono in visione è una registrazione completa una volta al mese del reintegro di tutte le centinaia e centinaia di prodotti venduti, scomparsi e movimentati.

Non ci si accorge che accettando queste difficoltà si fa pagare al cliente un prezzo eccessivamente alto per la merce che compera. Molto tempo è passato prima che le direzioni aziendali prendessero la decisione di chiudere o perlomeno di mettere sotto controllo, per mezzo di terminali e piccoli elaboratori collegati con l'unità centrale, i loro uffici di vendita e gli stabilimenti di produzione nazionali.

L'organizzazione centralizzata

La gestione centrale degli stabilimenti di produzione e delle filiali di vendita ha come presupposto la struttura decentralizzata di un

sistema di informazioni. Solo quando i direttori avranno ogni mattino la situazione del venduto e di quanto è stato ordinato il giorno prima saranno in grado di accelerare oppure bloccare i processi produttivi o di acquisto, per loro natura complicati, laddove si sia prodotto o acquistato troppo. Si può obiettare allora a che servono il telefono e la telescrivente? Le aziende che producono o vendono pochi prodotti o che dispongono di un solo luogo di produzione o di pochi uffici di vendita, possono ritenere di scarso utilizzo un sistema di informazioni integrato.

Le aziende, invece, che producono centinaia di migliaia di articoli in serie diverse oppure grandi quantità di pochi modelli in luoghi diversi oppure vendono utilizzando una fitta rete di rappresentanti commetterebbero un errore imperdonabile se volessero continuare a gestire i loro affari secondo schemi antiquati. Nelle condizioni appena indicate l'incremento della produttività è considerevole: produzione e acquisti aiuteranno a risparmiare sui costi e saranno più flessibili perché si avrà un abbattimento dei tempi di immagazzinaggio, i crediti a elevato tasso di interesse passivo contenuti, le ore di straordinario ridotte e l'orario di lavoro potrà essere ripartito meglio.

Si avranno inoltre tre effetti collaterali non molto razionalizzabili: una minore incisività di quanto non può essere eseguito dall'uomo, un maggior controllo sulla resa produttiva e l'inizio della guerra contro la carta. In un sistema di trasmissione dati con impianti a completa integrazione e una rete estesa, l'unità centrale di un'azienda automobilistica per esempio è in grado di elaborare le lettere scritte dai suoi venditori senza che i clienti destinatari riescano a rendersene conto. L'idea di un sistema informativo in grado di fare tutto e di trattare contemporaneamente le aree della finanza, del credito e del personale è stata invece messa da parte.

Qualche problema da risolvere

Fra i molteplici problemi da risolvere nell'impiego della nuova tecnologia ne sono emersi alcuni di estremo interesse. Tra questi la necessità di proteggere i programmi memorizzati nei registratori di

cassa elettronici e nell'elaboratore di controllo da interferenze indesiderate da parte di terzi. Il fornitore dei registratori di cassa e di computer per ovviare a questo inconveniente ha suddiviso in qualche caso la programmazione tra le diverse sedi nell'ambito della sua organizzazione a livello mondiale; questo ha portato come conseguenza che l'analisi degli errori e le successive correzioni dovettero essere chiarite tra le diverse organizzazioni gerarchiche: tedesche, italiane, francesi e americane. Il sistema originale di base dovette essere alla fine abbandonato. Furono, inoltre, necessari diversi viaggi negli Stati Uniti solo per abbozzare una tecnica che potesse essere adottata. Ciò dimostra come sia complesso superare le barriere linguistiche tra uomo e macchina per arrivare a una organizzazione efficiente. Una distribuzione della merce più rapida, meno errori di acquisto, un minor dispendio di capitale e una gestione oculata degli investimenti sono i vantaggi offerti dal nuovo sistema. I commessi e le commesse che in precedenza sprecavano molte ore per rilevare la situazione delle merci ora hanno più tempo da dedicare ai loro clienti e alla vendita. Il fatturato che aumenta è un effetto secondario piacevole e laddove la concorrenza si presenta particolarmente agguerrita l'azienda può essere in grado di vendere a prezzi meno alti perché ha risparmiato sui costi. Nessuno è stato licenziato, anche se l'organico durante la gestione è stato continuamente ridotto ricorrendo soltanto al normale turnover di personale.

Nella pratica significa che oggi ci sono meno commessi, meno magazzinieri, meno dattilografi e impiegati generici.

Il computer consiglia l'acquisto

È chiaro che la meccanizzazione delle professioni e della vita privata incombe su di noi come avvenne in passato per la motorizzazione. Sia che lo si debba alla frusta della razionalizzazione, alla comodità, oppure a un hobby, i chip modificano quasi impercettibilmente alcune abitudini della nostra vita. Tuttavia è quanto mai dubbioso se noi ci abitueremo o meno al computer parlante che riceve gli ordini dai clienti. Tecnicamente il problema è in via di

soluzione e in qualche caso alcune macchine anche se primitive nelle capacità già funzionano. Una delle prime del genere già impiegate in Europa si chiama Sarby; è utilizzata in una società di vendita e parla con la voce di una famosa annunciatrice televisiva. Chi voglia ordinare telefonicamente un abito o una falciatrice deve però premunirsi perché Sarby non comprende il linguaggio umano: c'è bisogno di un dispositivo speciale che viene collegato al telefono ed è simile ad una calcolatrice tascabile; ha dieci tasti di cifre e due tasti-funzione. Sarby reagisce al numero d'ordine e aspetta che si introduca il numero di conto corrente con la sua azienda. Solo allora il computer si anima, chiede la taglia dell'abito, le rate desiderate, la quantità di articoli, corregge i numeri d'ordine sbagliati e si fa confermare tutto questo dall'acquirente.

Se l'interlocutore non desidera nient'altro Sarby prende congedo con una frase registrata e contenuta nel programma e pronunciata dall'annunciatrice: «La ringraziamo per il suo cortese ordine. A risentirci». Nel caso in cui un articolo non possa essere consegnato subito, il «consigliere» elettronico dei clienti suggerisce un articolo similare. Prende le distanze quando «dialogando» con il computer centrale si accerta che il conto del cliente è scoperto: «il nostro incaricato alle vendite desidera parlarle di persona. La preghiamo di voler telefonare al seguente numero».

Sarby, la macchina che «ascolta»

Sarby è grande come un televisore e riceve le informazioni da un elaboratore centrale che «sa» se un articolo può essere consegnato, se il numero di articolo è corretto e se il conto del cliente è coperto. Più concretamente, i micro nell'elaboratore centrale eseguono il lavoro e si occupano della fornitura al cliente. Senza i micro non sarebbe stato possibile installare delle unità periferiche in grado di eseguire applicazioni di tipo contabile o di altro tipo economico-aziendale. Si pensi, per esempio, che nessun commesso sarebbe mai capace di conoscere a memoria tutti i numeri degli articoli di un voluminoso catalogo di un grande magazzino e soprattutto non avrebbe la possibilità di conoscere i numeri di conto e la situazione

contabile dei conti dei clienti. Se questo mezzo di intelligenza artificiale, sostitutivo di quella umana, riuscirà a spuntarla, alla fine, non dipenderà dal fatto che il dispositivo supplementare collegato al telefono sia stato messo a disposizione del cliente gratuitamente oppure a un costo estremamente basso. Negli stessi Stati Uniti, le macchine tipo Sarby sono una rarità. La loro carriera potrebbe essere bruscamente interrotta se nell'era della televisione via cavo entrasse in funzione il «canale di ritorno». L'accesso diretto ai programmi televisivi è solo uno dei molti esempi applicativi, l'ordinazione trasmessa impostando un numero in tastiera è una possibilità di facile soluzione tecnica.

Quattro condizioni per il futuro

Grazie all'introduzione nel commercio dei nuovi strumenti elettronici anche il denaro nella sua forma tradizionale è destinato a circolare sempre meno. Negli Stati Uniti si prevede che entro il 1985 verrà ritirato dalla circolazione il 15% degli assegni oggi usati e il 5% del denaro normale. Quali saranno le conseguenze di questa tendenza, come funzioneranno gli acquisti senza soldi e senza assegni nei supermercati e nei grandi magazzini? Il cliente inserirà una piccola scheda magnetica di plastica codificata nel terminale di cassa «intelligente» il quale si metterà in collegamento con il sistema di elaborazione dati della sua banca che registrerà l'operazione.

Perché ciò avvenga tuttavia si devono realizzare quattro condizioni:

1 - Un numero maggiore di negozi deve essere dotato di terminali di cassa elettronici della seconda e della terza generazione.

2 - Il sistema della carta di credito che negli Stati Uniti è largamente usato deve modificare le tradizionali abitudini di pagamento.

3 - I computer degli istituti di credito devono essere collegati con i minicomputer e i terminali dei negozi.

4 - Un dispositivo elettronico deve poter identificare i clienti, altrimenti non viene garantita la sicurezza. Un codice segreto, che solo il cliente conosce, oppure impresso sulla carta di plastica in modo invisibile non garantisce una protezione sufficiente. Si pen-

sa, perciò, a uno spettrogramma elettronico della voce che contrariamente a una firma su un assegno non possa essere falsificato.

Arrivano i fratelli Swift

La consapevolezza della sparizione dalla circolazione del denaro e degli assegni non è per niente remota; centinaia di istituti di credito in quasi tutti i paesi industrializzati occidentali se ne stanno già occupando. Questi banchieri previdenti vengono chiamati i «fratelli SWIFT», dalle iniziali della «Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication» (Società per le telecomunicazioni finanziarie tra le banche). Questa organizzazione si occupa di comunicazioni a livello mondiale che abbiano carattere finanziario e avvengano tra gli istituti di credito, cioè tra i due elaboratori centrali ubicati a Bruxelles e nei dintorni di Amsterdam, collegati con i minielaboratori di tutti gli istituti associati.

La rete fornisce informazioni rapide e precise sull'andamento e le quotazioni dei titoli, rapide liquidazioni delle operazioni in valuta, situazione immediata dei pagamenti dei clienti, informazioni speciali ai clienti; un pacchetto di servizi insomma che fra l'altro diventa sempre più consistente. Ogni giorno corrono già fino a 400.000 singole informazioni con l'aiuto dei due elaboratori centrali, in lettere scritte in inglese, standardizzate e unificate, inviate e ricevute da terminali e piccoli computer in tutto il mondo protetti dalle interferenze dei concorrenti e assicurati contro le falsificazioni e l'imbroglio. Le operazioni sono completamente automatiche e non prevedono alcuna ricevuta.

I satelliti collegano fittamente la rete internazionale e i diversi esperti in questo modo si scambiano informazioni ricorrendo alle videoconferenze continentali e intercontinentali, durante le quali i partecipanti si siedono davanti al video. L'area di applicazione del vasto mondo tecnologico è sempre più affascinante.

Capitolo ottavo

Un'ipoteca sul futuro

Chi metterebbe volentieri un'ipoteca sul proprio futuro? Naturalmente nessuno! A questa domanda, se intesa dal punto di vista economico, è pure difficile rispondere, perché i micro stravolgono strutture industriali e terziarie di affermate tradizioni. Nell'altalena della congiuntura, i quadratini di silicio si sono elevati al rango di industria chiave, e questo in modo più fulmineo rispetto a qualsiasi precedente tecnologia. Da tutto ciò si può ricavare la legge secondo la quale le imprese e le nazioni che dominano la produzione o l'applicazione dei chip controlleranno tutte quelle che non sono riuscite a stare al passo con i rapidissimi mutamenti della nuova era. Chi vuole godere i dividendi dell'innovazione del secolo non deve assolutamente più fare un affidamento assoluto sulle decisioni USA. Non dovrebbe però far male compiere una visita alle industrie che si trovano in una certa zona della California, che ha dato il suo nome al fenomeno universalmente conosciuto come «effetto Silicon Valley» (Valle del Silicio).

La Valle del Silicio

Nella «Valle del Silicio», che si trova a un'ora di viaggio da San Francisco, vivono quasi tutti i pionieri delle «cellule cerebrali al silicio»: vi risiedono più di 75 produttori, laboratori di ricerca e

scienziati di primo livello. Qui viene prodotta in grossi quantitativi, raffinata e selezionata la materia prima che sta alla base dello sviluppo. I circuiti ad alta, altissima ed estremamente alta integrazione, con gli impronunciabili nomi tecnici, che nel corso di mezzo secolo sono stati impegnati in decine di migliaia di prodotti, hanno iniziato qui il loro cammino. Ai gruppi di studio avanzato appartiene il compito di guidare verso i nuovi orizzonti la tecnologia dei microprocessori. Altrettanto importanti sono gli impulsi che qui ricevono i prodotti di base assolutamente nuovi. I fondatori di queste imprese non erano certo degli imprenditori di razza, perché non hanno pensato di fondare contemporaneamente delle imprese derivate che potessero dedicarsi alla produzione di beni di massa, come calcolatori tascabili od orologi. La concentrazione degli scienziati, dei tecnici e delle imprese di servizi, che viene protetta da finanziatori amanti del rischio garantisce agli USA la posizione dominante sui mercati mondiali.

Innovazioni pionieristiche

La storia della Silicon Valley dimostra la tesi che le innovazioni pionieristiche non sono assolutamente riservate ai grandi. Vi ricordate di William Bradford Shockley che, insieme a due colleghi, scoprì il transistor e ottenne per questo il premio Nobel? Lo stesso «Bill» Shockley ha gettato il seme della Valle del Silicio, quando gli venne a noia il lavoro presso i Laboratori Bell.

Egli impersonava la rara mescolanza di spirito inventivo e di iniziativa imprenditoriale, paragonabile a quella del tedesco Reinz Nixdorf, che fondò dal nulla una fabbrica di elaboratori, senza timore di entrare in lizza con i potenti. Anche l'inventore del transistor aveva scarse possibilità finanziarie, e si basò sulla ricchezza delle sue idee e sulle sue relazioni. Non si lasciò spaventare dai vani tentativi da parte di società famose e di vasti mezzi finanziari, e non rinunciò a sviluppare il transistor. Allo scopo fondò la Shockley-Transistor-Company. La maggior parte delle odierne aziende, che risiedono nella Valle del Silicio, si sono praticamente sviluppate per scissione cellulare dalla «baracca» di Shockley.

Carriere leggendarie

Gli specialisti europei non cessano di sognare, quando raccontano dello spirito pionieristico che ancora adesso aleggia nelle concentrazioni americane di cervelli di Palo Alto, Sunnyvale, Santa Clara, Mountain View, San Carlos o Cupertino: una combinazione ideale di scienziati d'avanguardia, di imprenditori temerari, di sorgenti di capitali, di ampi spazi operativi e di aiuti statali. Con «ampi spazi operativi» ci riferiamo a quella estrema elasticità nel lavoro che consente anche di interrompere subito un filone di ricerca che improvvisamente si rivela errato. È un atteggiamento proprio della mentalità americana. Gli scienziati in tali condizioni sviluppano una maggior iniziativa. Naturalmente è di sprone la prospettiva delle fulminanti carriere di cui la Silicon Valley è ricca di esempi. Parlando delle origini delle rispettive ditte, Intel, Fairchild, National Semiconductors, Advanced Microdevices, Electronic Arrays, American Microsystems, Litronix, Monolithic Memories, Hewlett Packard, Siliconix, Signetics, Raytheon Semiconductor, Synertek, Intersil e Zilog, i protagonisti cominciano a raccontare le rispettive storie di pionieri e avventurieri, ed è sempre Bill Shockley il capostipite.

Uno di questi pionieri è Robert Noyce il quale, arrabbiatosi per non essere stato eletto presidente della Fairchild, ha fondato, nel 1968, insieme ad altri, la Intel Corporation: questa ditta ha costruito, un paio d'anni più tardi, il microprocessore, e oggi ha un giro d'affari di più di 300 milioni di dollari, e impiega 8000 dipendenti. È un'azienda leader nel mondo per le applicazioni speciali e fa produrre da una società affiliata anche orologi in grandissima serie.

Tante piccole imprese

«Bob» Noyce aveva abbandonato in origine, insieme ad altri colleghi, la Shockley Transistor Company, per fondare la Fairchild, che in breve tempo diventò una delle società di maggior successo. Egli spiega i progressi delle piccole imprese produttrici di semiconduttori con le dimensioni troppo elefantiache delle grosse.

«Per prima cosa — egli racconta — coloro che dominavano questa tecnica, erano parecchio più giovani di coloro che formavano la classe dirigente. In secondo luogo il ceto dirigente non voleva rischi. Per esempio, io e tutti gli altri collaboratori che fondammo la Fairchild, eravamo tutti sulla trentina. Quando fondammo l'Intel, io avevo 40 anni. Abbiamo però assunto consapevolmente personale giovane. È tipico che i giovani ingegneri, appena usciti dalla università, pensino in primo luogo a costruire la loro reputazione scientifica, per cui si dedicano alle pubblicazioni. Le cose vanno in modo molto diverso quando questi giovani approdano a una piccola ditta, dove essi si impiegano per motivi di sopravvivenza. In seguito diverranno entusiasti promotori di prodotti nuovi, buoni tecnici di produzione, o esperti di vendita. Essi fanno tutto ciò che può essere di vantaggio all'azienda. Certo e tutto questo avviene molto più velocemente nelle piccole aziende che nelle grandi imprese. Credo che sia proprio questo il motivo per cui, in tale settore, le piccole aziende possono, diventare grandi». In quell'epoca Shockley aveva assunto anche scienziati europei, che aveva persino sottoposto a test psicologici. Quasi tutti fecero più tardi carriera in patria, contribuendo al risveglio dell'Europa addormentata. Ed ora torniamo a Noyce. Egli ottenne i capitali per la produzione, che necessitava di finanziamenti enormi, da gente dei dintorni: ciò pone di nuovo alla ribalta il piacere del rischio, tutto americano. Somme enormi occorrevano per le nuove tecnologie.

Prodotti di prima qualità

Jerry Sanders, uno del gruppo che, insieme a Noyce, ha fondato la Fairchild (nel frattempo il giro d'affari salì a circa mezzo miliardo di dollari, gli impiegati a 20.000, con sedi in nove Stati), fondò nel 1969, insieme a dei finanziatori, la «Advanced Micro Devices». Darò qualche dato anche del suo sviluppo: circa 150 milioni di dollari di fatturato, 3500 addetti in tre fabbriche, due delle quali all'estero: domina il mercato dei microprocessori bipolari.

Jerry Sanders è un eccellente organizzatore e commerciante, non uno scienziato in grado di poter utilizzare l'effetto semiconduttore.

La sua concezione è quella di offrire sempre prodotti assolutamente di prima qualità, che possano innanzitutto soddisfare alle condizioni rigorose imposte dai militari.

«Abbiamo fede che la nostra azienda sarà il prossimo gigante in questo settore — egli sostiene —. Il lato migliore del nostro lavoro è di essere molto dipendente dal pensiero. E fintanto che un imprenditore si preoccupa di utilizzare le tecniche migliori, potrà sempre aver successo. La nostra strategia consiste nei forti aumenti della produttività. Vogliamo offrire alla clientela una qualità sempre maggiore per un prezzo sempre minore.»

Naturalmente, tutti gli imprenditori si propongono questo obiettivo. Noi però citiamo Sanders, perché il suo credo economico prende fiato dalla volontà di combattere duramente la battaglia concorrenziale, senza la quale non si sarebbe potuti arrivare alla favolosa crescita dei circuiti iperintegrati da un milione di elementi funzionali, concentrati su millimetri o centimetri quadrati di superficie. Le aziende europee, che hanno acquistato tecnologia da questi pionieri, investono con l'intenzione di seguire i progressi delle conoscenze tecniche e i loro effetti sul mercato sin dall'inizio. Per esempio, le multinazionali Philips, Siemens e Bosch, si sono associate alle americane Signetics, American Micro Devices ed American Microsystems.

Anche *Charles Spork* apparteneva un tempo a quella categoria di «spiantati» quando, nella metà degli anni Sessanta, abbandonò, come Sanders e Noyce, la Fairchild e mise in piedi, in società con *Peter Sprigg*, la National Semiconductors. Egli apportò le conoscenze in questo campo specifico, mentre Sprigg portò i capitali. Il bilancio dei risultati non lascia intuire quanto sia giovane questa azienda leader: circa 500 milioni di dollari di fatturato annuale e 25.000 addetti, con fabbriche in otto stati. Tale società ha sfruttato l'occasione di crescita offerta dai prodotti di consumo di massa, come orologi al quarzo, calcolatori tascabili, giochi televisivi, tanto per citarne alcuni. Per inciso, diremo che quasi tutte le sunnominate aziende dispongono di fabbriche in molti stati, scelti preferibilmente tra quelli in cui la manodopera esperta è a basso costo, cosa che le mette in grado di praticare una politica di mercato di tipo aggressivo.

Risultati della ricerca

Gli ex dipendenti della Fairchild fondarono, negli anni dal 1967 al 1971, una dozzina di imprese. La spiccata mobilità personale spiega perché non è necessario che le ditte americane conducano obbligatoriamente delle ricerche di base. Le conoscenze tecnologiche si espandono mediante gli innumerevoli cambiamenti di impiego dei dipendenti. La qualità più richiesta consiste spesso nell'utilizzazione commerciale dei risultati della ricerca. Al momento attuale, i processi di fabbricazione sono troppo costosi (capitali iniziali che arrivano a 50 milioni di dollari) perché l'uomo proveniente dalla gavetta possa iniziare a questo modo. I giovani imprenditori della fine degli anni '70 si concentrarono nella creazione di strumenti, beni di consumo e sistemi a microprocessore.

Si può osservare che in Europa ci sono talmente tanti handicap da superare, che mai si potrà sviluppare una «Mecca» dei semiconduttori come a Silicon Valley. Qui agiscono in prospettiva da freno, a differenza degli USA, il carente orientamento pratico delle università, l'esitazione degli scienziati a correre rischi, e la politica creditizia sospettosa delle innovazioni da parte delle imprese finanziarie. Non si può dare una risposta chiara circa questi effetti, perché comunque continua a funzionare la trasfusione intercontinentale di conoscenze. Gli amministratori delle poche società europee che si sono messe in gara con gli americani, sono piuttosto inclini a deplorare la relativa immobilità europea. Nelle visite alla «valle dei loro sogni» americana, che si allarga sempre di più, essi possono rendersi conto che, dopo ben dieci anni dagli iniziali anni ruggenti, continuano a fiorire e prosperare aziende giovanissime. Le varie Philips, Siemens, Intermetall/ITT; AEG, SGS-ATES e Thomson-Houston, temono di trovarsi con possibilità inferiori nel Vecchio Mondo, e di vedersi ridotti gli spazi commerciali.

Non possiamo sperare di arrivare alla meta entro il 1990: purtroppo tutto è andato storto. Aver a che fare con una tecnologia in travolgente progresso è come dover eseguire un test d'intelligenza mentre si corrono i 5000 metri. Il dirigente di una grande industria elettrica descrive le sorti e i rischi dell'*industria chiave* come un

viaggio di servizio funestato da sogni e da incubi: «Ci si sente come se si fosse in un treno diretto che aumenta costantemente la sua velocità, e ci porta a una città dove vengono improvvisamente messi in vendita prodotti di cui non si è mai sentito parlare».

Successori sempre più piccoli

Chi è addentro nello sviluppo dei *computer su singolo chip dalle dimensioni centimetriche*, si ricorda della profezia che annunziava entro pochi anni beni di consumo, macchine e strumenti tali da meravigliarci. Si pensi che ogni quattro anni, il numero dei componenti funzionali integrati su di un chip si quadruplica, e attualmente si possono concentrare sull'area di una cartolina postale, le prestazioni dei grandi elaboratori che si vendevano nel 1960. Questo confronto piace ai dirigenti delle aziende, perché ricorda loro la cartolina mandata alla ragazza quando erano in visita alla Silicon Valley oppure al Texas, dove ha il suo quartier generale la più multiforme tra le industrie pionieristiche, la Texas Instruments (fatturato due miliardi di dollari, 70.000 dipendenti, più di 40 fabbriche, tra le quali una nei pressi di Monaco di Baviera). Il grande computer costava allora intorno ai cinque milioni di dollari. Il piccolo successore, di analoga potenza, si può ottenere al ridicolo prezzo di 250 dollari. Un circuito elettronico per l'impiego nei televisori ha un costo di produzione di 1.500 lire.

I produttori vanno molto fieri di questa diminuzione dei prezzi. In un giro d'affari annuali di un paio di miliardi di dollari c'è molta più sostanza di quanto si possa dedurre dalla piccola cifra. La pura statistica circonda i fatti con un velo, quando si occupa di circuiti integrati: *I chip si inseriscono in apparecchiature e prodotti che hanno un valore di centinaia di miliardi di dollari all'anno*, e così diventa ben chiaro come essi possano vivacizzare mercati stanchi e aprirne di nuovi. Essi corrispondono in maniera ideale al seguente principio dell'economia di mercato: «ciò che serve deve essere offerto in abbondanza tenendo buona la qualità e basso il prezzo».

E quali saranno gli stati che si assicureranno la loro parte in questo mercato che cresce verso giri di migliaia di miliardi?

A questo punto è opportuno classificare e inquadrare approssimativamente i campi d'impiego, per ottenere una miglior visione d'insieme di quale sia la posta di questa gara tra le nazioni.

- I prodotti si possono fabbricare in modo più semplice ed economico.
- I prodotti saranno di qualità migliore e costeranno di meno.
- Alcuni prodotti diverranno possibili solo grazie alla microelettronica.
- I vecchi sistemi verranno resi più moderni e funzionali.
- Si potranno installare sistemi mai visti in precedenza.
- Verranno migliorate e rese più economiche le prestazioni di servizi e la fornitura di informazioni.
- Fonti di informazione assolutamente nuove saranno utilizzabili da un pubblico sempre più vasto.

I settori di applicazione

Elaborazione dei dati e dei testi. I piccoli computer saranno disponibili sul posto di lavoro e in molti settori della produzione e dell'amministrazione: terminali intelligenti, registratori di cassa, macchine da ufficio, macchine da scrivere automatiche, sistemi di archiviazione, banche di dati, scambio telefonico dei dati, apparecchiature di ausilio per la programmazione.

Comunicazioni: nuovi sistemi telefonici, testi televisivi via etere o telefono, teletrasmissione di facsimili, telex, trasmissione di programmi televisivi via cavo, videotelefoni, minitelecamere, posta elettronica, gestione computerizzata degli acquisti, apparecchi radio.

Apparecchi di uso domestico: forni, macchine da cucire, lavatrici, lavastoviglie, essiccatoi speciali, computer domestici, frigoriferi.

Beni di consumo generici: orologi, calcolatori tascabili, giocattoli, giochi automatici, apparecchi televisivi e radio, grammofoni, apparecchiature stereo speciali, giradischi, registratori a nastro, macchine fotografiche e cineprese, strumenti musicali, videoregistratori e videodischi, giochi televisivi, programmi di gioco e di insegnamento, programmi di studio, telecamere domestiche, computer per il gioco degli scacchi e simili giochi.

Elettronica e approvvigionamento energetico: sistemi di comando per la distribuzione dell'energia nelle abitazioni, pilotaggio dei sistemi di riscaldamento e di assistenza; sistemi di accensione per il dosaggio ottimale del carburante nei motori a scoppio.

Automobile: miglior dosaggio del carburante, sistemi di frenatura elettronici, radar distanziometrici e sistemi di avviso, sistemi di assistenza al traffico via radio o cavo, radio e telefono.

Sicurezza: sistemi di allarme per incendi, intrusioni, protezione di oggetti, servizi di polizia, sistemi radio e di sicurezza per la navigazione marittima e aerea, serrature, casseforti.

Medicina: apparecchi diagnostici, termometri clinici, misuratori delle pulsazioni e della pressione del sangue, ausili acustici e visivi, addestramento e diagnosi a domicilio, sorveglianza dei pazienti, sistemi di esame psicologico.

Sensori: di tutti i tipi.

Difesa: sistemi di navigazione e di esplorazione, sistemi di guida avanzata per missili, nuove tecnologie per i satelliti e i velivoli, sistemi di controllo.

Processi industriali: robot industriali, bilance, elaboratori di processo, macchine utensili, macchine fotomeccaniche, laminatoi, trasportatori, dosatori, sistemi di metallizzazione a vuoto, ascensori, macchine tipografiche, presse, controlli di produzione, distributori, cambiamonete, sistemi automatici per documenti di viaggio e operazioni bancarie, condizionamento, fotocopiatrici automatiche, macchine per sviluppo pellicole, macchine di prova materiali, tassametri, impianti di imbottigliamento, sistemi automatici di montaggio, apparecchi radio.

Apparecchi di misura: generatori di segnali, spettrografi, sistemi radar, telemetrici, termometrici; contatori, analizzatori, oscilloscopi, strumenti di prova.

Moderni sistemi per il traffico: automatismi per tranvie, metropolitane e teleferiche, locomotori elettronici, stazioni automatizzate e sistemi di blocco automatici.

Come si è già detto, si tratta di una suddivisione grossolana, che comprende esempi di applicazione già esistenti, mentre trascura innumerevoli apparecchiature specializzate. Insomma, il significato economico di una nazione dipenderà in futuro più dall'industria

dei semiconduttori che dall'industria edilizia, siderurgica e tessile.

Sfida USA-Giappone

Le statistiche di vendita del mercato dei semiconduttori sono molto meno lusinghiere per quanto riguarda l'Europa. Gli USA dominano il 65% del mercato occidentale, e addirittura il 75% per i componenti a elevata integrazione. Al Giappone spetta il secondo posto, con il 18%, e dopo viene l'Europa, con il 16%. Il consumo interno americano e giapponese è di 3-4 volte maggiore di quello europeo. Tanto per fare un esempio, i produttori giapponesi provvedono al 60% del consumo interno, mentre i tedeschi della Germania Federale si limitano al 25-30%.

I maggiori produttori giapponesi producono sotto la protezione di grandi imprese. La Nippon Electric Company, la Hitachi, la Toshiba, la Matsushita, la Mitsubishi e la Fujitsu possiedono, alla pari delle grandi ditte americane, i propri punti di produzione e di vendita sparsi per il mondo intero. In alternativa, esse fanno costruire il prodotto finito dove una parte del lavoro di precisione può essere fatto più a buon mercato, oppure dove le prospettive di vendita sono migliori. Al contrario di alcune aziende americane, in Germania i giapponesi hanno, per ora, solo uffici di vendita. Entrambi avvolgono il mercato europeo con la ragnatela dei loro rappresentanti.

Negli Stati Uniti, i politici stanziano grossi fondi ricavati dalle tasse pagate dai contribuenti per la difesa e per i viaggi spaziali. Progetti come la costruzione di un sistema di satelliti per la navigazione richiedono lo sviluppo di circuiti a elevata integrazione, che potranno essere utilizzati anche per l'economia civile.

Navigazione con i satelliti

Tutti i veicoli terrestri, gli aerei, le navi e i veicoli spaziali in collegamento con un sistema di navigazione che ricorre ai satelliti avranno la possibilità di *calcolare* la loro posizione con l'approssi-

mazione di meno di dieci metri, e la loro velocità precisa a meno di una frazione di chilometro all'ora, il che sarà di notevole aiuto non solo per i sottomarini muniti di missili atomici, o per i missili balistici intercontinentali, o per i bombardieri strategici, ma anche per la sicurezza dei voli e della navigazione civile. Da questo consegue che i costi di sviluppo per i supercervelli elettronici sono finanziati dai contribuenti e sono perciò di sgravio ai costi industriali. I giapponesi utilizzano, d'altro canto, i loro tre vantaggi nazionali: *il basso livello delle retribuzioni, gli alti contributi statali e la stretta collaborazione tra le imprese e la burocrazia statale.*

Gli imprenditori americani ridono e quelli giapponesi sorridono discretamente, quando sentono parlare delle difficoltà europee a decentrare le operazioni di finitura in microelettronica. Essi possono ritenersi sicuri della loro preminenza.

Innovazione invece di imitazione! La microelettronica esercita, in una certa misura, un'azione innovativa che nessun'altra tecnologia ha finora permesso. Lo stato americano ha sborsato per questo un miliardo di dollari in un periodo di quattro anni. E quello giapponese, commisurato alla forza economica delle sue isole, non è da meno: 400 milioni di dollari nel quadro di un programma speciale. USA e Giappone mettono a frutto il proprio talento sulla base del loro gigantesco e omogeneo mercato interno, sul quale i prodotti di massa trovano facile smercio. Esso forma una base ideale per l'esportazione.

La sfida americana

La politica del finanziamento statale in Europa ha tuttavia già riguadagnato molto terreno rispetto agli USA. Per non uscire dall'argomento, il gruppo industriale statale britannico, National Enterprise Board, ha messo in cantiere un programma di investimenti, mentre le attività riguardanti i semiconduttori in Germania vengono massicciamente sovvenzionate dal Governo federale con 300 miliardi di lire fino al 1981; il Governo italiano sovvenziona i propri produttori di microcircuiti, e una ditta francese, la Thomson, ha acquistato una partecipazione in una ditta USA. Ma i banchieri e

gli imprenditori hanno recepito la minacciosa sfida? Si preoccupa almeno lo stato di aiutare con sollecitudine i nuovi sistemi con scopi pacifici?

Per formarsi una corretta consapevolezza della situazione, converrà dare un'occhiata alle carte politico-economiche degli attivissimi concorrenti dell'Estremo Oriente. Il ministero giapponese per l'industria e il commercio, nelle sue «direttive per la struttura industriale giapponese», postula quanto segue:

- Si debbono porre e consolidare i fondamenti industriali per l'edificazione di una società dell'abbondanza.
- Bisogna modificare la struttura industriale in modo da ottenere un consumo più ridotto di energia e di materie prime.
- Si debbono sviluppare con precedenza le industrie a contenuto tecnologico, e si deve puntualizzare che le conoscenze dell'uomo sono le più importanti risorse della nazione.
- La struttura industriale deve essere preparata alla libertà di commercio e alla cooperazione internazionale, per potersi adattare al progressivo sviluppo economico mondiale.
- Le piccole e medie imprese debbono essere sovvenzionate.

In ogni caso, esiste una differenza grave e decisiva tra le filosofie politico-amministrative delle due grandi potenze esportatrici, USA e Giappone. I fautori dell'economia di mercato potrebbero deplorare questi fondamentali punti di vista che portano il ministero giapponese competente a proclamare: «debbono essere emanate *chiare direttive*, che tengano conto del quadro globale, in modo che ciascuna industria *capisca* quali siano le linee di sviluppo che bisogna seguire!».

Gara tra le nazioni

Se i governi non si lasciano intrappolare dalla folle idea di proteggere in modo dirigistico singoli mercati e singoli prodotti, facendo così partire una funesta gara verso il protezionismo, i chip stabiliranno delle nuove unità di misura nella gara tra le aziende e le nazioni. Perché la gara possa funzionare, occorre che il confronto sia libero. Se tutto non risulta ingannevole, il processo di rinnova-

mento sarà doloroso e presenterà accenti drammatici. L'origine di tutto ciò non potrà attribuirsi alla microelettronica, ma al dramma dei costi. Anno dopo anno verranno messi definitivamente fuori gara migliaia di vecchi beni di consumo e di investimento, perché fuori moda o troppo costosi. I casi degli orologi, dei calcolatori da tavolo, dei registratori di cassa, delle telescriventi e delle macchine da composizione in piombo, sono un esempio della precarietà della meccanica. Presto il regolo calcolatore e i cavi di rame dovranno cedere il passo ai calcolatori tascabili e ai quadratini di silicio, e così succederà a una massa di altri prodotti.

I semiconduttori creano un nuovo mondo tecnico e professionale. I tecnici parlano di *integrazione in avanti* e *all'indietro*. Integrazione in avanti significa: i produttori di semiconduttori non si accontentano di vendere le loro meraviglie, ma producono in proprio le apparecchiature che le impiegano, come gli orologi, i piccoli elaboratori, gli apparecchi medicali, eccetera. I nostri pionieri, che vengono dall'America, hanno già praticato questa concezione offensiva, vibrando colpi memorabili alle vecchie istituzioni. Nei livelli direttivi e nelle riunioni si discuteva calorosamente sui rischi e sulle prospettive dell'integrazione in avanti. Ecco le domande più pressanti: bisognava lavorare in proprio i nuovi prodotti, o semplicemente fornire ad altri produttori i componenti logici? C'è una sufficiente fiducia che le altre ditte possano diventare buoni acquirenti di componenti, grazie alle loro applicazioni innovative? Oppure gli altri produttori di semiconduttori arriveranno prima con le loro creazioni?

Le risposte sono di tenore diverso, e non potrebbe essere altrimenti, dato che i prodotti sono migliaia. Spesso non piaceva a certi dirigenti agire in complessi industriali non proprio agili, dove erano costretti per anni a offrire prodotti senza avvenire e quindi li lasciavano per approdare a nuovi lidi. Essi continuavano a restare fermi nella convinzione di dover mettere a disposizione degli applicatori le conoscenze tecniche dei produttori, che a loro volta non riuscivano a liberarsi da un certo senso di angoscia. Questi ultimi erano fermamente decisi a non lasciare via libera all'integrazione in avanti per l'intera gamma della produzione.

Diritti di licenza

Gli stretti contatti degli applicatori europei con i concorrenti americani e giapponesi, sono piuttosto inquietanti, specie alle prime fasi di un procedimento tecnico, perché il cliente resta sempre libero di acquistare da un nuovo fornitore. E così dev'essere! Questo vale in genere per la tecnica informatica, dell'elaborazione dei dati, della tecnica d'ufficio, dell'elettronica di divertimento, degli automatismi e degli orologi. I produttori di chip ottengono in modo automatico di poter sorvegliare la pianificazione tecnica e l'orientamento della generazione imminente di apparecchi o beni di consumo. Si tratta di un vantaggio che potrebbe essere utilizzato a danno del cliente, almeno su quei mercati nazionali dove egli non è rappresentato. Bisogna però tener conto che ora, grazie alle offerte elettroniche molto specializzate, anche le piccole e medie aziende dispongono di possibilità di intervento in una tecnologia di elevate prestazioni, senza dover affrontare le spese di avviamento molto forti che finora erano abituali, oppure senza dover pagare onerosi diritti di licenza. La flessibilità e l'audacia offrono ad essi la straordinaria possibilità di sfuggire alla tenaglia della diminuzione della domanda e dell'aumento dei costi.

L'*integrazione all'indietro* è commisurabile all'impiego di forti capitali, che debbono essere finanziati da grandi applicatori, per poter diventare indipendenti dagli specialisti dei semiconduttori. Però le conoscenze della tecnologia del silicio sono realmente indispensabili solo per un numero relativamente piccolo di aziende. Coloro che si dedicano allo sviluppo dei sistemi informatici e di elaborazione dati hanno soprattutto bisogno di una sintesi delle conoscenze riguardanti la tecnologia dei componenti, e saranno così in grado di costruire i loro sistemi nel migliore dei modi.

Oggetti collaterali

L'effetto semiconduttore fondamentalmente assetato di cambiamenti, produce una catena pressocché incalcolabile di effetti collaterali. Per esempio, nella tecnica informatica, la costruzione inter-

na dei diversi prodotti diviene sempre più simile. Tra le varie branche operanti in settori molto diversi, come la tecnica di gestione telefonica, telex, dell'ufficio, delle radiotrasmissioni, e del traffico. Anche nel campo dell'elettronica di intrattenimento appaiono, grazie ai micro, innumerevoli analogie tecniche. La conseguenza è che la produzione di molti apparecchi, diventa più razionale ed elaborata. Le tecniche nazionali, che sinora differivano parecchio, diventano intercambiabili in molti settori.

Qualcosa di analogo vale per il ricco mercato degli automatismi, che nei cicli di fabbricazione svolgono compiti di misura, pilotaggio e controllo. Anche qui le dimensioni si restringono. I vecchi sistemi tecnologici nascevano per la maggior parte nei capannoni industriali. I microprocessori del nuovo sistema, che sostituiscono quasi tutte le vecchie attività, saranno programmati negli uffici e perciò non solleveranno più alcun problema nei reparti di produzione. A questo si aggiungono i moderni sistemi di lavorazione, che si avvicinano ai metodi impiegati nella produzione dei semiconduttori, per esempio le microsaldatrici, la tecnica del vuoto e i processi chimico-fisici. Ciò provoca un sempre maggior trasferimento del processo produttivo agli uffici tecnici i quali, a differenza di un tempo, si occupano della preparazione del lavoro, della direzione di officina e del controllo di qualità.

Oltre a questo, la microelettronica provvede a favorire la conduzione di processi produttivi più sicuri e meno dispendiosi in termini di energia. C'è tuttavia qualche pericolo. Un caso esemplare, riferito all'industria siderurgica, mostra quanto infidi possano essere i grandi elaboratori. Se uno degli elaboratori infatti resta fuori servizio per più di otto ore, si deve chiudere un intero reparto, perché i laminatoi non sono più in grado di sapere cosa debbono fare. Per contro, i piccoli processori sono talmente economici e occupano talmente poco spazio, che se ne può anche tenere qualcuno di riserva, che entra in funzione automaticamente appena necessario.

Capitolo nono

Conflitti di lavoro

L'intelligenza artificiale da alcuni anni si è già conquistata la fiducia degli americani; prima ancora del 1978, anno in cui venne introdotta in Europa. I micro provocarono nell'industria metallurgica e tipografica una conflittualità di lavoro di asprezza inaudita. Il travolgente fenomeno dei chip, che fa saltare in aria le strutture attuali, ha portato i firmatari dei contratti collettivi a posizioni di radicalità del tutto nuove persino nella Repubblica Federale Tedesca. Negli Stati Uniti si è verificato qualcosa di analogo.

Il sindacato dell'industria cartaria e tipografica combatte per difendere i diritti di una intera categoria professionale, i compositori, che perdono le loro posizioni ben retribuite a causa del sistema di trattamento testi gestito da computer. Il sindacato dell'industria metallurgica ha colto l'occasione della sola conversione nella produzione di orologi e telescriventi per salvaguardare in senso generale i dipendenti contro una perdita di stipendio.

La linotype va in pensione

Per quanto riguarda le macchine per la composizione a piombo vale quanto si è detto per l'orologio o per la telescrivente meccanica. Sono stati necessari secoli per giungere alla perfezione attuale. In queste macchine vengono messi in moto sistemi meccanici per

consentire la scrittura; oggi esse vengono azionate da sistemi governati dall'elaboratore mediante i circuiti integrati che sono assai meno costosi e che producono la scrittura in un modo più complicato ma molto più vantaggioso per quanto riguarda il prezzo. Tale salto qualitativo ha provocato la «Rivoluzione nera» come è stata chiamata.

La composizione elettronica distruggerà entro una decina di anni le categorie professionali dei compositori a macchina e a mano con un risparmio di personale pari al 40%. La razionale perfezione della microelettronica è necessaria per descrivere e al tempo stesso spiegare perché un giorno negli uffici non sarà utilizzata la carta e i grandi elaboratori potranno contenere in memoria la maggior parte di tutto lo scibile umano. Naturalmente, non è merito dei soli microprocessori che con la velocità di un lampo trasformano il nostro linguaggio in uno stampato; altre tecniche complesse si integrano con questi in una unità funzionale (come nei robot industriali, negli orologi, negli automatismi o nei registratori di cassa).

Fotocomposizione con il computer

Nel caso dell'elaborazione elettronica dei testi è stata introdotta la tecnica della fotocomposizione. Essa veniva realizzata per la prima volta nel lontano 1894 dall'ingegnere ungherese Porszolt come sperimentazione di un principio, mentre la prima macchina fotocompositrice che otteneva la scrittura proiettando i caratteri su una pellicola oppure su carta fotografica veniva costruita solo nel 1928. Di che cosa sia capace questo apparato lo si è scoperto solo di recente, quando negli anni Sessanta si è iniziato a collegare una fotocompositrice modernizzata a un elaboratore.

Come viene sfruttata la capacità del cervello al silicio per risparmiare e accelerare le attività di lavoro guidate dalla mano dell'uomo? Un compositore a mano in un'ora mette insieme da 1000 a 1500 caratteri, una macchina ne compone al massimo 6000, le più moderne compositrici con l'aiuto di perforatori producono 25000 righe perforate su banda.

Le fotocompositrici gestite da computer compongono otto mi-

lioni di righe all'ora, naturalmente scritte in precedenza al terminale. La differenza fondamentale sta nel fatto che queste righe possono andare alla stampa senza passare attraverso le costose e pesanti compositrici al piombo. Questo salto qualitativo descritto sotto un profilo storico e tecnico illustra l'impressionante evoluzione. In ben 500 anni, infatti, dall'invenzione della stampa il tempo della composizione si è ridotto di 60 volte. Entro breve, grazie alle fotocompositrici gestite dal computer, questo tempo si ridurrà di 5000 volte.

Lavoro ridotto

I testi vengono dati in composizione direttamente e quindi si evitano diverse fasi di lavoro, solo premendo un pulsante che aziona dei dispositivi. Ciò significa che i micro fanno quello che prima veniva stabilito dal compositore: dimensione del carattere, larghezza della riga, suddivisione delle sillabe, con possibilità di correggere gli errori senza che un'intera riga o più righe debbano essere composte di nuovo. Così la macchina offre possibilità infinite di composizione. Per le gigantesche compositrici al piombo erano necessarie delle stanze enormi; i rapidi terminali possono essere, invece, collocati direttamente nelle redazioni. Persino l'impostazione e l'impaginazione di ogni giornale e rivista può essere eseguita ai cosidetti «terminali di impaginazione» senza l'aiuto del compositore o dell'impaginatore. Mentre le macchine per la fotocomposizione a elevata tecnologia lavorano già con schermi a raggi catodici, sarà pronta entro breve la terza generazione di macchine che scrivono utilizzando raggi laser e producono direttamente per l'uso le matrici di stampa, risparmiando in tal modo carta e materiale fotosensibile. Anche il compositore e l'impaginatore, nel frattempo riqualificati per poter lavorare con le macchine per la fotocomposizione e i terminali di impostazione, devono superare una nuova prova professionale.

Avversari dell'elettronica

In risposta agli avversari dell'elettronica, la maggior parte dei giovani Gutenberg trovano ai terminali o alle macchine fotocompositrici nuove professioni. Eppure, la malinconia pesa ancora troppo. Nei confronti delle macchine per la composizione al piombo si nutre qualcosa di simile a un rapporto personale, mentre nei confronti del computer più intelligente si covano, al contrario, sentimenti di avversione e tutto questo fa supporre che non sarà accettato tanto presto come «collega». È vero che nella sua «antica» versione non era nient'altro che una unità periferica automatica, eppure, sin dall'inizio, la sua capacità di poter lavorare milioni di volte più rapidamente di quanto non possiamo fare noi è stata guardata con sospetto.

Per lungo tempo il computer è stato solo un elaboratore fisso e un «sorvegliante» di dati di grandi dimensioni. Solo i piccoli processori gli hanno concesso un'«intelligenza facile» con cui poter giocare con un numero infinito di parole. Nessuna meraviglia dunque se questa macchina «intelligente» fa paura. Un rappresentante del consiglio di fabbrica di un'industria tedesca ne paragona gli effetti a quelli di un'arma che fa discutere: «la bomba al neutrone annulla la vita e lascia intatte le cose per i vincitori. La moderna tecnologia dell'elaboratore elettronico di testi annulla esistenze professionali e lascia le «cose» ai possessori di mezzi di produzione». Parole dure, che fanno dimenticare che l'elaboratore ha anche contribuito in modo determinante a far elevare il tenore di vita. Senza l'elaboratore negli uffici, nelle fabbriche e nelle amministrazioni finanziarie ci sarebbe un esercito di contabili, di addetti alle paghe e agli stipendi e di sottocapi, ai quali non sarebbe stato concesso di svolgere oggi un lavoro produttivo e soddisfacente.

Terminali di scrittura

È evidente che con i terminali la rappresentazione grafica della scrittura, e cioè la dimensione del carattere, lo stile e la composizione, non deve essere imparata, perché tutto può essere stabilito

premendo un tasto. La formazione professionale del compositore non ha più alcun valore; per lavorare ai terminali di scrittura basta saper scrivere a macchina e la battitura dei manoscritti non è più necessario che sia assolutamente perfetta. Non si imparerà insomma a fare il compositore e al più tardi dopo il periodo 1985/1990 non ve ne saranno più del tutto. Chi fino ad oggi ha lavorato con le compositrici al piombo doveva imparare, durante l'apprendistato, una quantità di cose, come le tecniche della composizione, nozioni sulla storia del libro, notizie sulla produzione letteraria e giornalistica. Ora tutto ciò non è più richiesto.

Capitolo decimo

Uomo e tecnologia

Fino ad oggi tutte le rivoluzioni hanno dimostrato un principio: che si può porre rimedio a molte cose, non all'uomo. Così ebbe a dire con rassegnazione lo spirito rivoluzionario, Carlo Marx, le cui tesi hanno costruito il comunismo scientifico. Con questo pensiero egli si riferiva ai risultati delle rivoluzioni politiche che aveva previsto come conseguenza della prima rivoluzione industriale. Come cambierà la terza rivoluzione tecnologica l'uomo? La microelettronica contrariamente alla prima rivoluzione industriale non è destinata a essere una rivoluzione politica.

Naturalmente, non esiste profezia al mondo che possa dire come i formidabili «micro» possono mutare l'uomo e in che misura le nostre vite sono destinate a cambiare. Si guarda a questi prodigi tecnici quasi con la stessa incredulità e lo stesso bisogno di capire con cui a suo tempo si erano accolti il treno, il telefono e le esplorazioni spaziali. Tuttavia essi sono una grande sfida alla capacità di apprendimento e alla fantasia del singolo. Chi vuole trovare la propria strada in un mondo quasi del tutto tecnicizzato, dovrà abbandonare consuetudini consolidate nella formazione e nell'addestramento. Ciò che deriva da tutto questo, insieme con le seduzioni di una totale comunicazione, è la necessità di imparare a vivere con la tecnologia elettronica che mette a disposizione anche molto più tempo libero.

Flessibilità e creatività

Flessibilità e creatività sono state in ogni epoca alla base delle fortune dei popoli. La volontà di apprendere migliora la qualità della vita privata; se a questa si aggiunge l'aiuto dato dalle cellule al silicio il risultato sarà ancora migliore. Da un lato vi sarà molto più tempo libero in modo da poter prolungare i viaggi, realizzare studi e poter seguire con maggior disponibilità gli hobby; dall'altro sarà più facile, grazie all'intelligenza artificiale, l'accesso alle informazioni.

Nuove abitudini

È quanto mai empirico pensare se la terza rivoluzione industriale produce o meno una nuova cultura. Senza dubbio, apre — qualora sia realizzata con intelligenza — orizzonti sociali pieni di promesse il cui influsso arricchirà la vita di tutti i giorni. Le nostre abitudini e il nostro modo di pensare incominciano già oggi a cambiare. Il nostro pensiero non è più costretto entro limiti nazionali, fantastichiamo di viaggi in stazioni spaziali, veniamo coinvolti da fantasie tecnico-utopistiche, evitiamo, grazie alla calcolatrice tascabile, di romperci il capo con calcoli difficoltosi, ci dedichiamo alla terminologia del computer, portiamo orologi al quarzo e collezioniamo con entusiasmo vecchi orologi meccanici d'epoca. Il ticchettio dell'orologio, il martellare dei tasti della composizione al piombo, lo sbattere del registratore di cassa hanno ceduto il passo alla nuova fase elettronica. Non portiamo più l'orologio, non facciamo più riparare una macchina, ma installiamo solo un nuovo componente logico. I meccanismi interni di un dispositivo e di un prodotto incominciano a non essere più visibili a occhio nudo. Non sempre è possibile vedere e ancor più difficile è spiegare come funzionano. Un bel giorno l'uomo abituato con il video-telefono e l'elaboratore domestico — non si dovrà forzare per vedere i conoscenti o sbrigare questioni finanziarie; tutti saremo tentati di evitare la fatica di un viaggio o dell'andare in banca, come già oggi si preferisce scrivere oppure telefonare.

I limiti delle scoperte

La possibilità di vedere i più moderni film stando in pantofole ha reso più acuta la consapevolezza del problema riguardo al limite fino al quale una sola scoperta tecnica può inaridire la creatività dei rapporti familiari, fra gli amici e i conoscenti. Come un intenso «consumo» televisivo riduce la conversazione con gli altri, così la «totale» telecomunicazione accentuerà queste tendenze. Ma il progresso tecnico ha offerto sempre più iniziative di quelle che ha distrutto.

Non si può neppure immaginare quali saranno i cambiamenti delle nostre abitudini e quali saranno i nostri sentimenti se un giorno non dovessimo più usare il denaro, se dovessimo ricevere il giornale a casa solo elettronicamente, se gli archivi senza carta fossero fatti scomparire, se fossero di moda le vacanze nello spazio, se le buche delle lettere scomparissero all'angolo della strada e se infine il portalettere non passasse più. Il minicomputer sta già in una valigetta ventiquattr'ore e presto avrà il formato di un libro che trova posto nella tasca del cappotto di ognuno di noi. Diventerà un «mostro» tanto piccolo da nascondersi in ogni angolo e da ficcare il naso dappertutto? Speriamo che «il nanerottolo elettronico» memorizzi solo programmi didattici e musicali oppure serva come telefono mobile. Potrebbe essere ormai prossima l'ora del computer nel formato di un libro tascabile, ma già si lavora al suo successore che sarà integrato in un orologio da polso. Sotto un profilo tecnico non sussiste più alcun problema. Ma non prendiamo in considerazione queste amenità che hanno senso solo per gli astronauti, per i manager ad altissimo livello e per i feticisti del computer.

Cambia anche il linguaggio

Le piastrine al silicio hanno impercettibilmente influenzato anche il nostro modo di esprimerci; parliamo di programmazione, di controllo al quarzo, di automatizzazione, di computerizzazione. Negli uffici, il computer diventa un «collega». Il «segretario» computer domestico giustificherà affermazioni come «devo chiederlo

prima al mio computer». Milioni di studenti leggono i risultati dei calcoli dalla calcolatrice tascabile. La sua applicazione, contestata nelle scuole, dà un'idea delle possibilità e dei rischi connessi a una nuova tecnologia. La calcolatrice tascabile pregiudica il processo cerebrale matematico-logico oppure lo sviluppa?

L'impiego diffuso del calcolatore assicura che la logica dell'alta matematica è stata capita, oppure apre solo la porta al capire?

La Società per la Didattica della Matematica, dopo lunghe discussioni ha elaborato direttive, che vale la pena di leggere perché illustrano la forza dei componenti logici.

La calcolatrice a scuola

In futuro — si può leggere nei documenti della Società — le calcolatrici tascabili dovranno essere utilizzate durante le lezioni quale «strumento per eseguire calcoli» — al posto del regolo e della tabella dei logaritmi, che vanno sempre più perdendo, in termini di praticità, il loro significato. Dovrebbe essere quindi, come detto in precedenza, autorizzato un uso «controllato» delle calcolatrici tascabili dal settimo anno di età in tutte le scuole di ogni ordine e grado durante le lezioni e durante i compiti in classe, con la certezza, beninteso, che sussistano le stesse possibilità per tutti gli studenti.

La diffusione delle calcolatrici tascabili inoltre deve essere approfondita e discussa anche per quanto riguarda le possibili conseguenze che da essa derivano sui metodi didattici. Tuttavia, nei primi anni di scuola, non sarà concesso allo studente per alcun motivo di eseguire le operazioni di calcolo fondamentali con la calcolatrice. Per la elaborazione dei temi matematici più complessi può essere di grande aiuto già un elaboratore del tipo più semplice. Esso deve consentire attività scolastiche sperimentali di tipo concreto e favorire un'ampia formazione concettuale. I compiti applicativi potrebbero essere trattati in modo più realistico. Il pericolo di una dipendenza dalla calcolatrice tascabile deve essere rimosso, intensificando l'esercizio del calcolo mnemonico e approssimativo.

Nell'ambito dell'attuale formazione e aggiornamento degli insegnanti — si legge ancora nella relazione della Società — devono

essere presi in considerazione, il più presto possibile, i cosiddetti campi applicativi della calcolatrice tascabile. L'insegnante di matematica — quale primo riferimento per i profani — dovrebbe possedere le conoscenze di base sul funzionamento della calcolatrice e quindi essere aggiornato sulle possibilità metodologiche conseguenti per addestrare gli allievi a un esercizio critico e consapevole dello strumento. Dipenderà in gran parte dalla capacità e dalla predisposizione dell'insegnante se sarà possibile evitare un numero eccessivo di errori oppure se facoltà positive non saranno state sfruttate a fini didattici.

Un compito di fondamentale importanza sarà rappresentato dal lavoro di sviluppo e ricerca didattica proiettato nel lungo termine per esaminare le conseguenze e le condizioni dell'impiego delle calcolatrici tascabili per i processi dell'apprendimento della matematica a tutti i livelli. In particolare, deve essere sviluppato e provato il materiale di lavoro concordato e solo dopo che si è certi della validità di queste esperienze potrebbe seguire un eventuale aggiornamento dei programmi delle materie o delle disposizioni.

Uno spreco di intelligenza

Negli Stati Uniti circa due milioni di studenti già studiano a pieno ritmo assistiti dall'elaboratore; in Europa e in Giappone invece si continua a perseverare negli errori. In genere, si assiste alla probabile dipendenza dello studente dagli automatismi logici, che sostituiscono davvero l'intelligenza organica e quindi si fanno carico di attività che richiedono all'uomo un notevole sforzo. È perciò logico che nelle scuole e durante le lezioni gli studenti si esercitino al pensiero artificiale. Gli studi e i lavori creativi rafforzano la predisposizione alla versatilità e alla mobilità.

Fino ad oggi, il sistema scolastico è stato organizzato principalmente sull'esercizio delle funzioni mnemoniche. Ha valore apprendere avvenimenti e pratiche che ampliano la formazione e vengono approfondite durante gli studi universitari. Questo non basta più perché l'intelligenza artificiale lavora in molti settori assai meglio e senza stress. Ne deriva quindi una conseguenza positiva e negativa

al tempo stesso: gli uomini sono liberi per altri compiti che possono essere eseguiti facilmente; lo potranno fare però solo quando presentano doti di creatività, flessibilità e preparazione.

Se vogliamo considerarlo più specificamente, alle dozzine di professioni che nei prossimi decenni scompariranno seguiranno dozzine di nuove professioni che prevedono una maggiore capacità di apprendimento. Colui che possiede una preparazione nozionistica non solo perde di valore, ma anche il contenuto del suo lavoro subirà un processo di aggiornamento, come, ad esempio, i disegnatori tecnici, gli ingegneri di processo che potrebbero non utilizzare più le loro abilità manuali in quanto gli automatismi offrono migliori prestazioni. A queste persone il computer consentirà di sviluppare una maggiore creatività nella loro disciplina, perché maggiore sarà il tempo a disposizione. Al posto del compositore, del contabile, dell'orologiaio, del meccanico specializzato, dell'elettromeccanico e degli archivisti, si presenteranno non solo gli specialisti che approntano circuiti e dispositivi elettronici, che servono terminali e macchine fotocompositrici, che studiano i programmi logici, ma crescerà anche la schiera degli analisti di sistema, degli organizzatori di sistema, dell'inventore di prodotti, del docente specialistico, del venditore di software e del progettista.

Una formazione generale

Il responsabile di un'azienda internazionale raccomanda ai giovani di curare più la formazione generale che la conoscenza specifica; in particolare, di studiare le lingue e di studiare a fondo i concetti fondamentali della matematica e della fisica. La complessità delle leggi fisiche e matematiche sta, infatti, alla base della rivoluzione tecnico scientifica. I consigli a carattere generale naturalmente non sono che un surrogato per una concezione politica dell'educazione e della formazione. Non vogliamo fare di ogni erba un fascio, ma è certamente una mancanza il fatto che fino ad oggi nell'attività di studio non si sia avuta una base concettuale. Il futuro materiale didattico e formativo dovrà quindi essere appositamente studiato per lo scopo tenendo conto di ogni suo dettaglio.

Insegnanti di elettronica

Saranno molto richiesti insegnanti particolarmente versatili per l'elettronica, come si può desumere dal seguente esempio: nella produzione, nel montaggio e nell'assistenza tecnica degli impianti telefonici di tipo automatizzato l'82% di coloro che sono occupati svolgono una professione per la quale si è dovuto provvedere all'addestramento. Tale svantaggio, grazie alla microtecnologia, può scomparire in misura del 35%, mentre in proporzione saranno impiegati più ingegneri e tenici nella misura del 27% e più persone dotate di una certa cultura nella misura del 15%. L'appiattimento della qualifica qui indicato non è così rilevante per tutte le situazioni, benché ci si stia orientando verso nuove professioni che hanno a che vedere con l'addestramento preventivo. D'altra parte, come sarebbe possibile risolvere la drammatica mancanza di prospettive per molti giovani?

Aumenteranno i funzionari

Le riforme strutturali della società che abbracciano molti aspetti professionali devono prendere in considerazione che verso la metà degli anni Ottanta, il commercio, lo stato e altri settori nel campo dei servizi assorbiranno più della metà dei posti di lavoro. Il numero degli operai diminuirà, mentre aumenterà quello degli impiegati e dei funzionari. Si parla di spostamento del settore secondario dell'industria al terziario, dopo che l'economia del settore primario aveva in precedenza e da tempo continuato a cedere — e sin da dopo la seconda guerra mondiale — milioni di occupati all'industria. Le aziende industriali hanno perduto il loro ruolo primario di datori di lavoro.

Tuttavia alle aziende del settore dei servizi sarà impossibile assorbire tutti i lavoratori e gli impiegati che non hanno più una occupazione nell'industria.

La terza rivoluzione tecnologica però ha reso tangibili anche nuove aree del commercio. I micro conferiscono una nuova forza nel medio termine alle diverse branche dell'industria attualmente

in fase di ristagno in modo da rallentare oppure fermare del tutto il processo di contrazione.

Nelle società di servizi che curano più settori merceologici vi sono diversi vuoti da colmare. L'immobilismo degli enti pubblici rappresenta uno dei capitoli più problematici a causa del groviglio di leggi e procedure. Ci domandiamo quindi: verso la fine del XX secolo sarà ancora conciliabile lo stato generale di impiegato con una politica economica? La superpotenza dei burocrati sarà ancora utile alla crescita economica e alla piena occupazione?

Politici di alto livello, imprenditori, sindacati e acuti scienziati rispondono con un semplice no, anche se sono così furbi da dirlo molto raramente ad alta voce. Chi vuole compromettersi con l'intera forza degli impiegati? Chi è disposto a incrinare i propri rapporti con le autorità oppure a togliere a gruppi di interesse dei privilegi consolidati dalle leggi?

Capitolo undicesimo

Minore disponibilità al rischio

La microelettronica ci promette — come abbiamo visto — tempi d'oro: un maggior benessere, tempo libero, istruzione e creatività, la liberazione da lavori monotoni. Eppure ci preoccupa. La prima rivoluzione industriale, nonostante le sue zone d'ombra, produsse un tipo di entusiasmo del tutto particolare: l'uomo si sentiva in grado di dominare il mondo, la natura e le cose. Nella seconda fase rivoluzionaria si abituò ai prodigi della tecnica, trasse profitto dai suoi benefici e ne accettò di buon grado gli svantaggi. Oggi, l'abitudine ha portato una maggior indifferenza e una minore disponibilità al rischio. Le promesse degli anni 1900 e 2000 potrebbero — in fondo — non realizzarsi. È comprensibile che colui che vede in pericolo il proprio posto di lavoro o che vede diminuire le sue entrate sia caustico nei confronti del progresso tecnico! A questo gruppo di individui se ne contrappone in ogni caso un altro più grande formato da persone il cui posto di lavoro e le cui entrate non solo sono sicuri ma sono persino migliorati.

Allora come classificare i vantaggi? I micro si sono sviluppati fino a diventare il centro delle forze economiche che, come un magnete, attirano coloro che si occupano di sociologia politica. Le loro domande trovano un'eco crescente. La tecnica non è ancora sufficiente e non lo sarà per lungo tempo oppure è fin troppo sviluppata? È molto meglio per noi tornare alla natura? Lo sviluppo è tanto maggiore quante più macchine si hanno?

Un bilancio sociale

La microelettronica è una via sbagliata per lo sviluppo visto che rende superflui molti addetti ai lavori e molte funzioni? I numeri in rosso del «bilancio sociale» si contrappongono ai bilanci dorati delle aziende produttrici di micro, di minicomputer, di controlli numerici o in generale di elaborazione dei dati.

I chip non sono che una dimostrazione della supremazia tecnologica dell'efficienza? Il potere è dei tecnici supervisori che vogliono tenere in pugno tutto e tutti e quindi togliere alla condizione di essere uomini tutti i limiti che ne derivano?

Dalle supertecnologie potranno scaturire dei danni sociali come difetti psichici e una riduzione culturale? Diventeremo tutti alienati e robotizzati? Si devono temere degli attacchi più pesanti alla personalità perché noi — certamente liberati dall'assillo del lavoro — dipenderemo dalle tecnologie, dalle macchine e da una sorveglianza continua?

I cervelli al silicio servono solo ai fini gestionali e amministrativi di aziende e di governi? La nuova grande tecnologia è impenetrabile e indomabile? Si svilupperà un'incontrollabile «legalità individuale»?

Il dogma della neutralità e della inarrestabilità del progresso tecnico deve essere ridimensionato?

Queste domande risuonano chiare. Possono essere contenute tutte nella domanda chiave: esiste il pericolo che i paesi industrializzati vadano incontro alla loro sventura? Gli argomenti a favore, in nessun caso, significano che si debba passare dal più nero pessimismo al più roseo ottimismo e che debba essere profetizzato comunque un mondo «bello» e pacifico. Questo libro ha dato voce ai problemi da risolvere.

Una rivoluzione in ritardo

A coloro che vedono approssimarsi il disastro bisognerebbe ricordare ancora una volta perché la rivoluzione tecnico-economica è in ritardo.

I micro portano dinamismo nei paesi industrializzati che si sono arenati negli anni della trasformazione, ma la nuova tecnologia porta del bene anche ai paesi in via di sviluppo.

Una nuova spinta verso la crescita ormai si è avuta. Crescita non significa solo più merci e più servizi, ma migliori condizioni di lavoro, una formazione più accurata e più tempo libero. Il tempo libero disponibile può significare un'istruzione approfondita, la pratica degli hobby e la possibilità di conoscere il mondo.

Le cellule del cervello al silicio creano quello che in precedenza non c'era mai stato: il computer domestico, gli occhiali con i quali i ciechi possono vedere, diagnosi mediche più precise, il telefono mobile, l'automobile molto più sicura, previsioni del tempo attendibili, che possono essere trasmesse via satellite in televisione mediante il telefono, la musica viene convertita in immagini sullo schermo. I microprocessori preannunciano un ufficio senza carta e, in generale, risulta che facciano risparmiare quantità di carburante ed energia.

L'effetto del semiconduttore, carpito alla natura, aiuta a liberarci dai lavori monotoni, a mettere in dubbio il principio della catena di montaggio e consente di attuare un'organizzazione del lavoro adeguata e tutto sommato più umana.

Polemiche ed equivoci

Il paradosso apparente del «prodotto sociale migliorato e della disoccupazione costante» porta molto spesso alla polemica e all'equivoco. L'affermazione «la razionalizzazione annulla posti di lavoro» appare evidente, seppure non logica. Le aziende che non attuano un piano di razionalizzazione, presumibilmente ridurranno un numero maggiore, se non addirittura tutti i posti di lavoro perché i loro clienti non saranno più disposti a pagare prezzi elevati per prodotti che non sono moderni. I vantaggi economici e sociali del «razionalizzare-integrare-massimizzare» danno il diritto a classificare il progresso della produttività. Alcuni esperti hanno definito il concetto di razionalizzazione come segue: «la razionalizzazione è l'applicazione efficace di metodi e di mezzi che si inseriscono

nel miglioramento del rapporto fra risultato e applicazione e concorda con i principi morali e giuridici della società».

Qual è la conseguenza di tutto cio?

Vale la pena di evitare che concetti con contenuti positivi debbano essere sviliti in idee di base negative. È necessario sapere che, secondo l'opinione corrente, la storia dell'industrializzazione è sempre stata una storia di annullamento di posti di lavoro.

L'organizzazione democratica

A dire il vero è molto più angosciante la prospettiva secondo la quale l'elettronica mette in dubbio, per alcuni, un'organizzazione sociale democratica. Potrebbero i micro degenerare in macchine così intelligenti da programmare il regresso della democrazia? I micro servono la concentrazione, la centralizzazione e il consolidamento del potere del governo, delle aziende, delle industrie? La società verrà controllata mediante le banche dati? Verrà consentito l'abuso dei dati e inoltre verranno memorizzati i precedenti, le attitudini e le abitudini di ogni singolo e quindi verranno utilizzati, senza alcun controllo, dal governo, dalle autorità, dalle aziende e dalle istituzioni? Forse, piccoli gruppi di specialisti che detengono il potere sui canali di informazioni determineranno le richieste oppure potranno commettere altre azioni criminali?

Nella telematica vengono collegati l'un l'altro la televisione, il videotelefono, il computer e la tecnica delle telecomunicazioni; non ci evocano forse tutte queste cose la visione terrificante di George Orwell del «Grande Fratello» che dà i suoi consigli e i suoi ammonimenti via video in ogni abitazione, in ogni fabbrica, in ogni ufficio e ad ogni angolo di strada? Telespie onnipresenti controlleranno tutto quello che succede a casa, sul posto di lavoro e per strada?

Il romanzo di Orwell

Il romanzo politico scritto nel 1946 da George Orwell «1984» descrive l'abuso delle telecomunicazioni perpetrato da un partito

politico che governa un paese in modo dittatoriale con l'aiuto del «Grande Fratello». Questa visione terrificante è diventata oggi quasi una realtà. I micro posseggono tutte le caratteristiche per collegare fra loro elaboratori piccoli e grandi, televisori e telefoni, sistemi informativi e nuovi prodotti: sono piccoli, flessibili e possono essere installati ovunque; memorizzano in uno spazio ridottissimo quantità impressionanti di informazioni, sostituiscono l'intelligenza umana e consentono l'accesso da ciascuna scrivania a informazioni singole e complesse. Non dobbiamo dimenticare però che i regimi totalitari si possono insediare anche senza l'aiuto dell'elettronica.

Manipolazione dei dati

L'abuso dei dati e la loro manipolazione, purtroppo, già oggi sono uno dei pericoli più seri che sembrano ricevere un rinnovato impulso dalla microelettronica. Le violente discussioni, anche a livello mondiale, per una protezione dei dati efficace sono ancora improntate sulle capacità del grande elaboratore di autodifendersi. I microcomputer e le possibilità crescenti di interconnessione di scambio di informazioni tra autorità, imprese, apparati burocratici aumentano la vulnerabilità di queste macchine. Possono essere rese disponibili, per esempio, informazioni riguardo la specializzazione di un impiegato, il suo stato di salute, i suoi precedenti, il rapporto con la famiglia, le idee politiche e altri dettagli. Tanti più dati vengono memorizzati, tanto più aziende e autorità possono comunicare in stretta connessione.

Dati statisticamente importanti possono essere facilmente falsificati; possono essere composti senza tanti scrupoli elenchi neri e bianchi di gruppi di persone e possono essere eseguiti dei controlli sugli investimenti. La conoscenza approfondita da parte di alcuni, relativamente pochi, che hanno programmato le informazioni crea una condizione di pericolo sociale. La computerizzazione deve perciò mantenersi su un binario d'impiego con l'ausilio di una legge severa e organismi di controllo che abbiano una buona competenza.

Macchine imperfette

Prospettive come i rischi che gravano sulla microelettronica fanno ritenere che la rivoluzione in corso non sia superficiale. La storia di orrore di un'economia e di una politica totalmente governata dal computer e in un terribile futuro elaborate con l'ausilio di automatismi «istruiti», deve essere combattuta. Non bisogna dimenticare che anche il più perfetto sistema informativo, programmato e istruito dai tecnici è destinato a rimanere comunque imperfetto rispetto all'uomo. Ciò nondimeno sussiste il pericolo di abusi nella fase di programmazione. È utile chiedersi quindi se la comprensione e la morale possono aumentare con la computerizzazione.

L'economista svizzero Eugen Boehler nel 1946 ha formulato nel seguente modo il conflitto di obiettivi, seppur riferendolo a un altro contesto:

«Nel nostro tempo avvertiamo più forte che in passato il contrasto tra il progresso tecnico e i limiti dell'uomo. Il divario tra ragione e istinti ha fatto rinascere la paura e la speranza. Si può anche dire che ideale e realtà si manifestano separatamente l'uno dall'altra in misura assai maggiore rispetto al passato. In questo sta l'atteggiamento tipicamente moderno di trascurare la realtà umana con sempre maggior frequenza, a favore di un'utopica aspettativa. Per questo aumentano sempre più conflitti e pericoli. L'autocoscienza non ha salvaguardato la propria libertà e la sincerità, ma è stata subordinata a misure di sicurezza, o per meglio dire, all'apparato politico-economico. In tal modo la società è stata soggetta a soluzioni affrettate».

Una morale della storia

Potrebbe esserci una morale della storia: se si vuole una rivoluzione, la difficoltà non sta nel rafforzarla, bensì nel guidarla. Quindi, le conseguenze vanno di pari passo con il diffondersi della elaborazione automatizzata delle informazioni praticamente in tutti i campi della tecnica, della gestione, della scienza, della politica e con la presenza sempre più accentuata nei posti di lavoro e nelle

case. Oggi esiste un nuovo gruppo di specialisti che hanno migliore accesso alle informazioni.

Metteranno questi signori le loro conoscenze al servizio della società?

Oppure egoisticamente degenereranno in una casta?

Saranno impegnati politicamente al fine di impedire gli abusi e per evitare che noi tutti possiamo diventare dei numeri di un sistema incontrollabile?

Poiché la rivoluzione tecnico-economica non si è ancora data alcuna auto-regola in base alla quale preoccuparsi affinché il bilancio di tutte le conseguenze sia positivo, potremmo anticipare qualche suggerimento.

Cinque suggerimenti

1 - I politici, gli imprenditori, i rappresentanti sindacali e gli scienziati, che ne abbiano la responsabilità, devono impostare un certo tipo di azione tecnologico-politica ed elaborare una rete di sicurezza di tipo cooperativo.

2 - Lo sviluppo economico deve essere spinto verso nuovi orizzonti con l'aiuto dei micro, e cioè verso nuovi prodotti, nuovi sistemi, nuove procedure e nuove organizzazioni.

3 - Ai partner dei contratti collettivi è demandato il compito fondamentale di occuparsi della protezione sociale.

4 - Lo stato deve rimuovere tutti gli ostacoli che impediscono un sistema di grandi dimensioni orientato verso la crescita.

5 - Il legislatore deve garantire la integrità di ogni cittadino mediante leggi di protezione dei dati.

Indice

CAPITOLO PRIMO

Una rivoluzione elettronica 5
Continua trasformazione 5
Una memoria straordinaria 6
I cervelli al silicio 7
L'intelligenza artificiale 7
Cambiamenti sociali 8
Vantaggi assicurati 9

CAPITOLO SECONDO

Un incalzare di scoperte 11
Colossale piccolezza 12
L'era della microelettronica 12
Futuro e fantasia 13
Ricerca di uno sviluppo 14
Scompare la guida telefonica 15
Verso il 1990 15
Il terminale in casa 17
Cambieremo spesso lavoro 17
Più tempo libero 18
Esistono già oggi 18
Ostacoli o felicità 21
Segni di cambiamento 22

CAPITOLO TERZO

Una lunga storia 24
Processo d'adattamento 24

Il dinosauro elettronico con una piccola testa 26
Programmati a parole 27
Componenti in un francobollo 28
Il cervello è un chip 29
1874: Ferdinando Braun e l'effetto semiconduttore 30
Un interruttore fornito dalla natura 31
1879: l'effetto Hall 31
1906: si controllano gli elettroni 32
1948: arriva il transistor 32
1959: i primi «mini» di Kilby e Hoerni 33
1970: il microprocessore dell'Intel 34
Pilotaggio e informazione 34
Così è costruito il chip 35
Programma Bessy 36
Come funziona un chip 36
I passi veloci della tecnologia 37

CAPITOLO QUARTO

Domande ricorrenti 39
Esperti a convegno 39
Meno orologi svizzeri 40
Diminuiscono le professioni 41
Si abbassano i prezzi 41
Esigenze di qualificazione 42
Concorrenza internazionale 42
Cambia anche la macchina da cucire 43
Alcuni lavori sono in aumento 44
Un aiuto all'economia 44
Robot industriali 45
Il contributo dell'uomo 46
Nuovi progetti di ricerca 47

CAPITOLO QUINTO

Successi per le aziende 48
L'elettronica influenza la vita 49
Va in soffitta la catena di montaggio 49
Una domanda inquietante 50
Infinite possibilità 51
Robot per automobili 52
Minore spreco di materie prime 53
La promessa di nuove materie prime 54

Quattro linee di azione 54
Elettronica per il tempo libero e per la casa 55
Due principi fondamentali 56
Nuovi modelli didattici 56

CAPITOLO SESTO

Lo sviluppo dei beni di consumo 58
Barriere amministrative 59
Si diffonde la telematica 59
Che cos'è il videotel 60
Il giornale televisivo 61
Il televisore via cavo 62
Il telefono con video 62
La posta elettronica 63
Investimenti su larga scala 64
Un telefono in tasca 64
Elettronico anche il telefono 65
Un fiume di soldi 66
Un'antenna per il satellite 67
La voce corre sulla luce 68
Il computer domestico 68
Informazioni senza fatica 70
L'elettronica nel motore 71
Una rete di sicurezza 72
Ferrovie più efficienti 73
Elettronica per la difesa 73

CAPITOLO SETTIMO

Lettere senza carta 74
Attrezzature meno costose 75
Riprodurre il pensiero 75
L'origine tedesca del «word processing» 76
Una piccola tastiera 77
La segretaria elettronica 78
Una lettera sullo schermo 79
Aumentano i controlli 80
Informazioni più rapide 80
Un computer USA per le tasse 81
Un terminale per il professore 82
Un'elaborazione centralizzata 83
Industrie gestite male 84

L'organizzazione centralizzata 84
Qualche problema da risolvere 85
Il computer consiglia l'acquisto 86
Sarby, la macchina che «ascolta» 87
Quattro condizioni per il futuro 88
Arrivano i fratelli Swift 89

CAPITOLO OTTAVO

Un'ipoteca sul futuro 90
La Valle del Silicio 90
Innovazioni pionieristiche 91
Carriere leggendarie 92
Tante piccole imprese 92
Prodotti di prima qualità 93
Risultati della ricerca 95
Successori sempre più piccoli 96
I settori di applicazione 97
Sfida USA-Giappone 99
Navigazione con i satelliti 99
La sfida americana 100
Gara tra le nazioni 101
Diritti di licenza 103
Oggetti collaterali 103

CAPITOLO NONO

Conflitti di lavoro 105
La linotype va in pensione 105
Fotocomposizione con il computer 106
Lavoro ridotto 107
Avversari dell'elettronica 108
Terminali di scrittura 108

CAPITOLO DECIMO

Uomo e tecnologia 110
Flessibilità e creatività 111
Nuove abitudini 111
I limiti delle scoperte 112
Cambia anche il linguaggio 112
La calcolatrice a scuola 113

Uno spreco di intelligenza 114
Una formazione generale 115
Insegnanti di elettronica 116
Aumenteranno i funzionari 116

CAPITOLO UNDICESIMO

Minore disponibilità al rischio 118
Un bilancio sociale 119
Una rivoluzione in ritardo 119
Polemiche ed equivoci 120
L'organizzazione democratica 121
Il romanzo di Orwell 121
Manipolazione dei dati 122
Macchine imperfette 123
Una morale della storia 123
Cinque suggerimenti 124

Le guide
volumi già pubblicati:

Berendt, J.E.
Il libro del jazz
dal Ragtime al Rock

Berloquin, P.
Il centogiochi

Berloquin, P.
Giocando alla matematica

Cantagrel, G.
Il disco

Czechorowski, H.
La pratica semplice
del massaggio

Dazzigol, J.-L.
I cereali per la nostra salute

Diem, L.
I primi anni che contano

Feininger, A.
La fotografia: principi
di composizione

Feininger, A.
L'occhio del fotografo

Feininger, A.
Luce e illuminazione
nella fotografia

Franchini, T.
Estro e fantasia in cucina

Gambioli, C.
Curarsi con erbe e piante

Gavotti, E.
Una cucina tutta vegetale

Ghedina, O.F.
Guida al fotocolore

Hass, H.
Guida del subacqueo:
il Mediterraneo

Jobé, J. (a cura di)
Il libro dei vini

Leméry, E.
La registrazione a cassetta

Maestri, C.
A scuola di roccia

Melła, L.
La cucina per i pigri

Sala, O.
Tè e tisane

Savinelli, G.
La pipa e i suoi cocktail

Spagnol, E.
Presto & bene - 200 ricette
di cucina svelta

Strauss, C.
Ginnastica: arte del movimento

Strauss, C.
Ginnastica ancora

Finito di stampare
il 21 agosto 1982
dalla Garzanti Editore s.p.a.
Milano

92415

Il «chip», una microscopica piastrina di silicio che racchiude anche decine di migliaia di funzioni, sta rivoluzionando il mondo dell'elettronica. Il processo di miniaturizzazione dei circuiti elettronici, innescato dalla ricerca spaziale e militare, ha ridotto drasticamente le dimensioni degli apparati facendo però aumentare con progressione più che geometrica l'intelligenza e la flessibilità d'impiego degli elaboratori. Ora, la comparsa del «chip» è un fatto esplosivo, e può permettere applicazioni finora impensabili in ogni settore.
Forse già domani il nostro modo di lavorare in fabbrica o in ufficio cambierà: scompariranno gli impieghi pesanti e monotoni lasciando il posto ad altri che richiederanno migliore sfruttamento del nostro intelletto. Così sarà anche in casa: la cucina diventerà una macchina che da sola produrrà cibi succulenti, il giardino sarà governato da impianti «intelligenti», la nostra automobile consumerà meno e sarà molto più sicura.
Tutto ciò potrà procurare cambiamenti forse traumatici negli ambienti industriali: molti posti di lavoro scompariranno ma altri più qualificanti nasceranno per effetto della nuova tecnologia. Questo libro è una guida alle conseguenze della rivoluzione microelettronica con la quale dobbiamo incominciare a fare i conti.

Dieter Balkhausen, nato a Düsseldorf, divulgatore scientifico, è giornalista del «Kölner Stadtanzeiger» e collabora alla seconda rete televisiva tedesca; si occupa in particolare di problemi economici legati alle nuove tecnologie.

UOMINI E COMPUTER DOMANI
2 288811 924151
L. 16.000
0952

92415

In copertina:
Controllo di un chip
(fóto Manfred Kage).